

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

PROGRAMA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“HISTOLOGÍA NORMAL DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO Y FEMENINO DE ALPACAS (VICUGNA PACOS) EN ETAPA REPRODUCTIVA, EN LA PROVINCIA DE CAYLLOMA- AREQUIPA 2012”

**“Normal Histology of the Male and Female Alpaca (Vicugna pacos)
Reproductive in Reproductive Stage, on Caylloma Province-Arequipa
2012”**

**Tesis presentada por la Bachiller:
NATALIA ELIANA ZEGARRA ESPEJO**

**Para Optar por el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**AREQUIPA-PERÚ
2014**

DEDICATORIA

*A Dios por haberme acompañado a lo largo de mi vida, por
darme el amor y la vocación para ayudar a los animales;
por darme satisfacción en lo que hago.*

*A mis padres por apoyarme en el transcurso de mi carrera,
por sustentarme y por su constante preocupación
hacia mí en el deseo de ver a su hija dar fruto.*

*A todos esos amigos de cuatro patas que me acompañaron
a lo largo de mi vida y mi carrera, enseñándome a amar
sinceramente y a ser mejor persona.*

AGRADECIMIENTOS

- *A mi Alma máter, la Universidad Católica de Santa María, por haberme formado como profesional.*
- *A todos mis docentes del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberse preocupado por mi desarrollo profesional y por haber compartido sus enseñanzas y experiencia conmigo.*
- *A, Gary Villanueva, Guillermo Vásquez, Herbert Aguilar; miembros del jurado y docentes del programa, por haberme apoyado en el proceso de presentación de esta tesis.*
- *Al doctor Jaime Fernán-Zegarra por haberme apoyado en la elaboración de esta tesis, por sus consejos, su tiempo y su disposición para absolver mis dudas.*
- *Al doctor Fernando Fernández por haberme apoyado como asesor de la tesis y por poner de su tiempo para el desarrollo de esta tesis.*
- *A mis amigos de Medicina Veterinaria que me brindaron su amistad y compañía en el transcurso de la carrera.*
- *A mis padres por haberme apoyado en mis decisiones y por haber confiado en mi desempeño y responsabilidad.*
- *A Keith Choquehuanca, amigo, que me animó y empujó constantemente a cumplir mis metas, preocupándose por mi desarrollo personal y profesional.*

ÍNDICE

RESUMEN	4
SUMMARY	6
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Enunciado del Problema	8
1.2 Descripción del Problema	8
1.3 Justificación del Trabajo	9
1.3.1 Aspecto general	9
1.3.2 Aspecto tecnológico	9
1.3.3 Aspecto social	9
1.3.4 Aspecto económico	10
1.3.5 Importancia del trabajo	10
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo general	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 Planteamiento de la Hipótesis	11
II. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL	12
2.1 Análisis bibliográfico	12
2.1.1 Material principal	12
A) Anatomía y Fisiología	13
1) Hembras	13
a) Anatomía reproductiva	13
b) Pubertad	17
c) Estación reproductiva	20
d) Patrón de acontecimientos ováricos	21
e) Ovulación	23
f) Cuerpo lúteo	27
g) Receptividad sexual y conducta de apareamiento	29
h) Conducta sexual después de la cópula	30
i) Fertilización	31
j) Gestación	36
k) Parto	40

l) Puerperio.....	41
2) Machos.....	42
a) Anatomía reproductiva	42
b) Pubertad.....	46
c) Crecimiento testicular y producción de testosterona.....	47
d) Estación reproductiva.....	48
e) Conducta sexual	48
f) Capacidad copulatoria.....	50
g) Duración de la cópula.....	50
h) Eyaculación.....	51
i) Características del semen.....	51
B) Histología general.....	56
1) Hembras.....	56
a) Ovarios	56
b) Cuernos uterinos.....	62
c) Cuello Uterino	63
d) Vagina.....	64
e) Uretra femenina	66
f) Vulva.....	66
g) Glándula mamaria.....	68
2) Machos.....	69
a) Testículos.....	69
b) Escroto.....	70
c) Túnica albugínea testicular	71
d) Parénquima testicular	72
e) Vías seminales intratesticulares.....	76
f) Intersticio testicular	77
g) Conducto deferente	80
h) Glándulas anexas.....	80
i) Uretra	83
j) Pene.....	83
2.2 Antecedentes de investigación	89
2.2.1 Revisiones de tesis universitarias	89
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	96
3.1 Materiales.....	96

3.1.1	Localización del trabajo.....	96
3.1.2	Materiales biológicos	97
3.1.3	Materiales de laboratorio	97
3.1.4	Materiales de campo.....	97
3.1.5	Equipos y maquinaria	98
3.1.6	Otros materiales.....	98
3.2	Métodos	99
3.2.1	Muestreo	99
3.2.3	Variables de respuesta	104
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	105
4.1	Hembra	105
4.1.1	Ovario	105
4.1.2	Trompas de Falopio.....	111
4.1.3	Cuernos Uterinos.....	113
4.1.4	Cérvix.....	117
4.1.5	Vulva.....	120
4.1.6	Glándula Mamaria.....	121
4.2	Macho	128
4.2.1	Testículos.....	128
4.2.2	Próstata	133
4.2.3	Glándulas Bulbouretrales	135
4.2.4	Pene Proxima:	138
4.2.5	Pene Medial.....	141
4.2.6	Pene Distal (Glande).....	144
4.2.7	Prepucio	146
V.	CONCLUSIONES	147
VI.	RECOMENDACIONES	154
VII.	BIBLIOGRAFÍA	157
VIII.	ANEXOS	165
8.1	Mapas.....	165
8.2	Fotografías.....	166
8.3	Otros: Protocolo de recolección de muestra	169
8.4	Cuadro comparativo: Folículos primordiales	170

RESUMEN:

El presente estudio histológico del aparato reproductor en alpacas hembras y machos sin distinción de edades ni estado reproductivo (preñadas, vacías) se llevó a cabo en la provincia de Caylloma, pueblo de Callalli; donde se tomaron muestras en el camal de dicha localidad en colaboración con los trabajadores.

Se tomaron aproximadamente 20 muestras de aparatos reproductores entre hembras y machos en dos viajes al pueblo de Callalli.

Para la toma de muestras se utilizó un equipo de disección básico, recipientes de vidrio y una solución de formoldiluida al 10%. Las muestras tomadas fueron colocadas en formol a la brevedad posible para evitar su descomposición. El proceso de toma de muestras se llevó a cabo durante el beneficio de los animales y la selección de las muestras a llevar para su procesamiento en el laboratorio se realizó posteriormente.

En cuanto a la elaboración de las láminas histológicas, se llevaron las muestras al laboratorio de patología del Hospital Honorio Delgado en colaboración con el Dr. Rolando Nuñez Valencia, donde se realizó el proceso de obtención y se colorearon las muestras con hematoxilina-eosina.

Los hallazgos más importantes fueron:

- La claridad con la que se puede apreciar una onda folicular incluyendo el ovocito que se puede apreciar en su interior.
- La adherencia del infundíbulo al ovario en alpacas hembras (bursa ovárica).
- El cambio de aspecto en las glándulas uterinas cuando se encuentran en fase secretoria.

- La abundante producción de mucus en la cérvix.
- La gran cantidad de túbulos secretores en una glándula mamaria en producción.
- La presencia de un único meato en la glándula mamaria de alpaca hembra.
- La similitud que guarda la glándula mamaria de la alpaca con la de la vaca cuya estructura también se divide en cuatro cuartos independientes pero de tamaño reducido.
- La ausencia de glándulas vesiculares en alpacas machos.
- La situación de la próstata adherida íntimamente al pene proximal a diferencia de otras especies donde se puede observar una estructura independiente.
- El acúmulo de corpora amilácea en la próstata a comparación con las glándulas bulbouretrales que sólo producen mucus.
- La presencia abundante de terminaciones nerviosas a lo largo de la estructura peneana.
- La estructura peneana formada por voluminosas fibras musculares lisas que se forman alrededor de la uretra.
- La presencia de fibras colágenas en varias de las estructuras como tejido conectivo.

SUMMARY:

At Caylloma Province, in the village of Callalli, a reproductive histological study was made in male and female alpacas without making difference between ages or reproductive estate (pregnant or empty), where samples were taken at a slaughterhouse located in that village with the collaboration with local workers.

About 20 samples reproductive systems between females and males were taken on two trips to the village of Callalli.

For sampling, a basic dissection equipment, glass containers and a dilute 10% formalin were used. The samples were placed in formalin as soon as possible to prevent decomposition. The sampling process took place while the animals were slaughtered and selection of samples to take for processing in the laboratory was subsequently performed.

As for the preparation of histological slides, the samples were brought to the pathologic laboratory at Honorio Delgado Hospital in collaboration with Dr. Rolando Nuñez Valencia, where the elaboration process was performed and the samples were stained with hematoxylin-eosin.

The most important findings were:

- The clarity with which you can see a follicular wave including the oocyte that can be seen inside.
- The adhesion of the infundibulum to the ovary in female alpacas (ovarian bursa).
- The change in appearance in the uterine glands when in secretory phase.
- The abundant production of mucus in the cervix.
- The large amount of secretory tubules in a mammary gland to produce.

- The presence of a single meatus in the mammary gland of female alpaca.
- The similarity that keeps alpaca's mammary gland with cow whose structure is also divided into four separate rooms but reduced in size.
- The absence of vesicular glands in male alpacas.
- The situation of prostate which is adhering closely to the proximal penis unlike other species where can be observed a separate structure of the penis.
- The accumulation of corpora amylaceous in the prostate compared to the bulbourethral glands that produce mucus only.
- The abundance of nerve endings along the penile structure.
- The structure comprising bulky penile smooth muscle fibers that are formed around the urethra.
- The presence of collagen fibers in various structures such as connective tissue.

I. INTRODUCCIÓN:

1.1 Enunciado del Problema:

Histología Normal del Aparato Reproductor Masculino y Femenino de Alpacas(Vicugna pacos) en Etapa Reproductiva, en la Provincia de Caylloma Arequipa 2012

1.2 Descripción del Problema:

Debido a la escasa información existente sobre las alpacas; a pesar de ser una especie autóctona de nuestro país y muy numerosa no se le ha dado la importancia que debería para su estudio; por eso es necesario contribuir con investigaciones que ayuden a comprender mejor a este animal, además de aprovechar la facilidad con la que se cuenta para estudiarlo y así obtener logros significativos a nivel mundial siendo embajadores del conocimiento sobre camélidos sudamericanos.

Aprendiendo y comprendiendo más a esta especie es que se logrará aprovechar mejor sus beneficios tales como un eficiente manejo que se traducirá en mayores ganancias económicas en cuanto a su fibra de alta calidad y debido a que se podrá comprender mejor tanto su fisiología reproductiva como su comportamiento y lo que se requiere para que estos animales puedan reproducirse con éxito como también tener crías saludables para, poco a poco, poder aumentar nuestra población de alpacas y ver en ellas una manera en que la población altoandina de bajos recursos pueda salir de la pobreza y gozar de una vida mejor.

1.3 Justificación del Trabajo:

1.3.1 Aspecto general

Ya que la alpaca (*Vicugna pacos*) está tomando, cada vez, mayor importancia debido a la demanda mundial de su fibra y en segundo lugar la demanda de su carne a nivel nacional, es importante hacer estudios, cada vez más profundos, sobre estos animales; cabe resaltar que los estudios realizados son mayormente dirigidos al manejo y sanidad y es por esto que debe ampliarse también otros ámbitos, tales como la histología e histopatología y así podrá comprenderse a un nivel más profundo el funcionamiento y desarrollo de estos animales y también podrán diagnosticarse problemas reproductivos más eficientemente.

1.3.2 Aspecto tecnológico

En este aspecto, la elaboración de este proyecto no sólo ayudará a ampliar los conocimientos que tenemos acerca de las alpacas (*Vicugna pacos*), sino que también funcionará como herramienta de diagnóstico ante enfermedades reproductivas en un hato y así también aumentará la eficacia en el tratamiento de las mismas. Asimismo se proyecta a la elaboración de un atlas de histología normal que en un futuro puede ser muy útil como referencia a todo interesado en estos animales.

1.3.3 Aspecto social

Se beneficiará también, de manera indirecta, a todos aquellos criadores de alpacas (*Vicugna pacos*) ya que a la vez mejorarán los diagnósticos de tiempo;

con el objetivo de poder prevenir estos problemas a futuro y darles mejor calidad de vida.

1.3.4 Aspecto económico

Ya que con este proyecto se logrará una base de histología normal del aparato reproductor se beneficiará a los criadores dando un diagnóstico más acertado y rápido, disminuyendo así, gastos y mejorando la calidad de vida de los animales, ya que se evitará y tratará enfermedades reproductivas con mayor eficacia, resultando esto en la mayor capacidad reproductiva de los animales y en la obtención de crías más fuertes y saludables; dando como resultado final un hato mayor y así una mayor producción de fibra principalmente y carne.

1.3.5 Importancia del trabajo

Con el objetivo de lograr un atlas completo de Histología Normal de la Alpaca (*Vicugna pacos*) se contribuirá a la Medicina Veterinaria con los nuevos conocimientos completos sobre la histología de estos animales, dando a conocer con mayor profundidad nuevas áreas, aún no bien exploradas, sobre estos animales y satisfaciendo a todo profesional interesado en esta especie o también a futuros profesionales que estén interesados en ahondar y tal vez realizar nuevos estudios basados en los ya existentes.

1.4 Objetivos:

1.4.1 Objetivo general

Describir la Estructura Histológica Normal del Aparato Reproductor de las Alpacas (*Vicugna pacos*) de sexo hembra y macho.

1.4.2 Objetivos específicos

- Describir la Estructura Histológica Normal del aparato reproductor femenino.
- Describir la Estructura Histológica Normal del aparato reproductor masculino.
- Reconocer las diferentes estructuras histológicas reproductivas en alpacas hembra y macho.
- Resaltar las diferencias existentes entre los Camélidos sudamericanos respecto de otras especies domésticas.

1.5 Planteamiento de la Hipótesis:

Dado que en la actualidad la información en alpacas (*Vicugna pacos*) es muy escasa y dispersa, es probable que en el Trabajo Histológico del Aparato Reproductor de las Alpacas se conozca las estructuras histológicas que servirán para mejorar el conocimiento y resolver problemas reproductivos.

II. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL:

2.1 Análisis bibliográfico

2.1.1 Material principal

Introducción:

La familia Camelidae comprende seis especies, y se cree que se originaron en el oeste de Norteamérica, de las que dos especies emigraron por el Estrecho de Bering a Asia, y cuatro a Sudamérica. Dos de las especies sudamericanas, la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*), se domesticaron hace cerca de cinco mil años, en tanto que las otras dos, el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Lama vicugna*), todavía viven en estado silvestre.

La mayor parte de las especies domésticas de la actualidad y razas de llamas y alpacas se desarrollaron a partir de ancestros comunes en Sudamérica durante los milenios anteriores. Muchos aspectos de la reproducción son similares en ambas especies, pero la extrapolación indiscriminada de los fenómenos reproductivos de las alpacas a las llamas debe evitarse en la medida de lo posible. Las diferencias entre estas dos especies domésticas pueden atribuirse a la especiación, y a una variación fisiológica que surge de varios años de selección, o a diferencias en las prácticas de manejo. (Sumar, 1991)

A) Anatomía y Fisiología

1) Hembras:

a) Anatomía reproductiva:

OVARIOS:

Los ovarios tienen una forma globular irregular, similar a los de la cerda, en particular cuando tienen folículos múltiples. (Sumar, 1991). En la hembra adulta alcanzan un diámetro mayor de unos 15 mm y un diámetro menor de unos 10 mm. (FAO, 1996). Son pares y están ubicados en la cavidad abdominal. En la alpaca, los folículos entre 5 y 12 mm se consideran normales. (Luque, 2005) La palpación del ovario por vía rectal es posible. (Bustinza, 2001)

En ellos maduran los folículos que liberan óvulos conteniendo la mitad del material genético de la futura progenie (FAO, 1996). Folículo ovárico es un término general para designar a los diferentes estadios de desarrollo. Los folículos ováricos pueden ser: Primordiales o primarios, secundarios y folículos de Graaf. Los folículos de Graaf se caracterizan por la formación de un antro bien desarrollado, el ovocito cubierto por una capa de células denominada corona radiada. Después de la ovulación el espacio total ocupado por el folículo se transforma en un tejido diferente llamado "cuerpo amarillo o cuerpo lúteo", cuya función es producir la hormona progesterona. (Bustinza, 2001)

En hembras adultas no preñadas se pueden observar en la superficie del ovario varios folículos de unos 3 a 4 mm de diámetro, y uno de mayor tamaño (8 a 12 mm). Ambos ovarios son activos en alpacas y llamas (FAO, 1996).

OVIDUCTO:

Las trompas uterinas son de forma alargada, conductos delgados, tortuosos que comunican el ovario con el útero. (Luque, 2005)

Tiene un trayecto rectilíneo (7 a 18 cm. de longitud) y se abre en los cuernos uterinos (Bustinza, 2001). Por ellos desciende el óvulo para encontrarse con el espermatozoide y permitir la fecundación (FAO, 1996). Comprende 3 partes: la extremidad ovárica que termina en pequeños filamentos dispuestos como los pétalos de una rosa, lo que se denomina como “Infundíbulo de la Trompa Uterina”; la parte media presenta, un trayecto tortuoso con un diámetro uniforme de 2 mm; y la extremidad uterina que atraviesa la pared, del cuerno uterino. (Bustinza, 2001)

UTERO:

El útero tiene una forma que se asemeja a una “Y”, (FAO, 1996) es bicornes y ambos oviductos son grandes y están enrollados; terminan en una bolsa que circunda por completo el ovario. Las puntas de los cuernos uterinos en las alpacas y en las llamas son romas y redondeadas y el oviducto se abre en el cuerno uterino mediante una pequeña papila elevada que actúa como un esfínter bien definido. El cérvix tiene dos o tres pliegues con forma anular o espiral irregular. El cuerpo y los cuernos uterinos se palpan fácilmente por el recto. (Sumar, 1991)

El útero es un órgano muscular hueco y presenta. 2 cuernos uterinos, el cuerpo del útero y la cérvix. Los cuernos uterinos tienen forma de espiral y no son simétricos (Bustinza, 2001), siendo el cuerno izquierdo (donde se realizan la casi totalidad de las preñeces) de mayor tamaño que el derecho (Bustinza, 2001; FAO,

1996). El cuerpo es corto (3 cm), tubular y aplanado. La cérvix o cuello uterino es parte caudal del útero que se une a la vagina y en su interior presenta 3 ó 4 pliegues bien pronunciados. (Bustinza, 2001)

En hembras no preñadas el cuerpo del útero es de aproximadamente 2 a 4 cm de largo, mientras que los cuernos son de unos 8 a 15 cm. Durante la cópula el macho deposita el semen en el útero y los espermatozoides migran de allí hasta el lugar de fertilización (oviductos) (FAO, 1996).

La placenta en la alpaca, como en otros camélidos, es difusa y de tipo epiteliocorial. Una membrana fetal complementaria exclusiva que encierra todo el cuerpo fetal está adherida en la unión mucocutánea y las bandas coronarias en recién nacidos. (Sumar, 1991)

VAGINA:

Es un órgano de forma tubular, a través del cual penetra el pene del macho durante la cópula y sale la cría en el momento del parto (FAO, 1996).

Es el canal desde la cérvix a la vulva. Tiene una longitud de 7 a 12 cm y un diámetro de 1 a 2.5 cm. La mucosa presenta ligeros pliegues longitudinales. El fórmix vaginal de 0.5 a 1cm de profundidad se proyecta, hacia la porción vaginal del útero (Bustinza, 2001).

Esta se dilata para permitir la salida de la cría, pero los partos difíciles a menudo provocan lesiones en la vagina (FAO, 1996).

VULVA:

Externamente, es el órgano femenino visible, una apertura orientada verticalmente (FAO, 1996), la extremidad caudal de la vagina. Se sitúa en la región del periné, tiene una dirección ventrocaudal y mide 3 cm de longitud. Los

labios vulvares son poco prominentes, la comisura ventral termina en una corta proyección cónica (Bustinza, 2001).

No se observan cambios marcados en el aspecto de la vulva en relación a los ciclos foliculares. Se le puede notar tumefacta y algo hinchada en hembras muy próximas al parto.

Algunas hembras están predispuestas a sufrir infecciones del tracto reproductivo por un problema de conformación. Cuando la vulva está demasiado inclinada hacia adelante (en vez de vertical) las heces contaminan la vagina. Esto lleva a infecciones que reducen la fertilidad de la hembra (FAO, 1996).

CLÍTORIS:

Es el órgano homólogo del pene. A simple observación no se encuentra el clítoris pero es posible localizarlo mediante palpaciones entre el meato urinario y la comisura vulvar. Mide de 0.5 a 1 cm de longitud y de 1 a 2 cm de diámetro; el glándula del clítoris termina en 2 ó 3 proyecciones de 2 a 4 mm de longitud (Bustinza, 2001).

Cuadro 1.- Dimensiones del aparato reproductor de la alpaca

Órgano	Medida
Labios	2.5 cm
Vagina (de himen a cérvix)	
Longitud	13.4 ± 2.0 cm
Diámetro	3.4 ± 0.7 cm
Longitud de cérvix	2.0 cm
Anillos	2-3
Longitud del cuerpo uterino	3.05 ± 0.71cm
Longitud de cuernos uterinos	7.9 ± 1.3 cm
Longitud de oviducto	20.4 ± 4.2 cm
Ovario derecho	
Longitud	1.6 ± 0.3 cm
Grosor	1.1 ± 0.2 cm
Ancho	1.1 ± 0.2 cm
Ovario izquierdo	
Longitud	1.6 ± 0.3 cm
Grosor	1.1 ± 0.2 cm
Ancho	1.1 ± 0.2 cm

Fuente: E.S.E. Hafez B.Hafez,2002

b) Pubertad:

La pubertad se define como el inicio de la actividad sexual acompañada con la ovulación, donde la edad y el nivel nutricional son importantes, porque los animales bien alimentados alcanzan la pubertad más precozmente que los mal

alimentados (Bustinza, 2001). Es el momento en el cual el animal joven es capaz de reproducirse. En hembras se le asocia con el primer celo (FAO, 1996).

El mecanismo fisiológico que origina la aparición de la pubertad está controlado por el sistema nervioso central. El SNC regula la aparición de la pubertad mediante la síntesis y secreción en el hipotálamo de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Durante la etapa prepúber, la secreción de GnRH está restringida como consecuencia de la elevada sensibilidad del hipotálamo frente al efecto inhibitor (retroalimentación negativa) originado por la baja concentración de estrógenos que secreta el ovario prepúber. Para que se inicie la pubertad en las hembras, es necesaria la disminución gradual en la sensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa provocada por las bajas concentraciones de estrógenos. De esta forma, el hipotálamo comienza a secretar GnRH, que a su vez estimula la liberación de FSH y LH permitiendo así a los folículos sobrepasar la fase de folículo preantral y transformarse en folículo antral. Este efecto positivo estimula la secreción del pico de LH necesario para desencadenar la ovulación y luteinización folicular, y por tanto, la actividad cíclica ovárica. La retroalimentación positiva se establece gradualmente durante el periodo de transición de la pubertad (García *et al*, 1995).

Un animal ha llegado a la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y mostrar un comportamiento sexual (Hafez, 2002)

En otras especies el celo muestra claros signos externos, que incluyen receptividad al macho. En alpacas y llamas este criterio puede resultar difícil de aplicar puesto que no exhiben periodos de celo como en otras especies pecuarias

y su comportamiento también es diferente. Una hembra pequeña y sumisa puede permitir que un macho agresivo la monte, aún sin haber alcanzado la pubertad (FAO, 1996). Ya que la ovulación es inducida, no se puede saber con precisión cuando llega la pubertad. Sin embargo se observa que algunas hembras muestran una actividad sexual seguida de ovulación, fertilización, gestación y parto normal a partir de los doce meses de edad; además las tasas de ovulación y fertilización de hembras de 12 meses de edad no son diferentes a las de las hembras de dos o más años de edad; y finalmente la sobrevivencia embrionaria hasta los 30 días después del servicio, parece ser, inclusive, mayor de lo que ocurre en las hembras adultas, pero que a los 90 días y más tarde la diferencia parece no existir. Estos hechos permiten afirmar que en la hembra alpaca, probablemente los folículos inician su crecimiento tempranamente y por consiguiente al año de edad están capacitadas, tanto anatómica como fisiológicamente, para reproducirse normalmente, si alcanzan pesos vivos iguales o mayores a 35 kg (Bustinza, 2001).

La actividad ovárica empieza a los 10 meses con la presencia de folículos de 5 mm o más, sin embargo las alpacas hembras de 12 a 13 meses de edad muestran conducta de estro similar al de las alpacas adultas (Sumar, 1991; Fernández Baca y Novoa, 1968; Novoa *et al.*, 1972) y fecundación similar a las de las hembras adultas (Fernández Baca y Novoa, 1968; Novoa *et al.*, 1972).

A los 33 kg de peso se obtiene una tasa de preñez aproximada al 50 % y por cada kilogramo de incremento de peso corporal hay un 5% de incremento en el porcentaje de natalidad (Leyva y Sumar, 1981).

Las alpacas y llamas hembras son usualmente empadradas por primera vez a los 12 meses de edad en regiones donde los requerimientos nutricionales son alcanzados y las hembras han alcanzado dos tercios de su peso adulto (Fernández Baca *et al.*, 1972; Novoa *et al.*, 1972). Sin embargo el animal aún se encuentra con un pobre desarrollo corporal por el tipo de alimentación que se da en las zonas altoandinas de nuestro país; alcanzando un adecuado desarrollo alrededor de los 2 años de edad, o hasta que supere los 33 kg de peso corporal que dependiendo de la alimentación puede ser al año de edad (Fernández Baca, 1993; Luque, 2005). La edad de la pubertad puede variar entre 5 meses y 3 años de edad (FAO, 1996).

c) Estación reproductiva:

Los camélidos sudamericanos pueden reproducirse durante todo el año (Sumar, 1991). Por eso las alpacas y llamas son consideradas como reproductores no estacionales. Se ha señalado que la actividad ovárica en alpacas se produce a lo largo de todo el año y que la estación no afecta el número de folículos > 6mm observados en los ovarios (Bravo y Sumar, 1989). Sin embargo la estacionalidad reproductiva durante los meses de diciembre a marzo depende más del manejo y disponibilidad de alimento que de la influencia estacional sobre la fisiología reproductiva (Novoa, 1991).

Cuando las alpacas hembras se mantienen separadas de los machos, éstas muestran periodos de receptividad sexual prolongados y periodos breves de rechazo del macho que pueden durar 48 horas. Si se permite la copulación sólo una vez al mes, ambos sexos tienen actividad durante todo el año; las tasas de ovulación y fecundación junto con la sobrevivencia del embrión no se vieron

afectadas de manera significativa por la estación (Fernández Baca, 1972). En cambio, la asociación continua de hembras y machos inhibe la actividad sexual de estos últimos e inclusive provoca que desaparezca por completo (Fernández Baca, 1972; Sumar, 1991).

Se desconocen los factores que causan el inicio y la terminación de la actividad sexual bajo condiciones naturales. Factores ambientales, además de la estimulación visual y olfatoria, podrían influir a través del sistema nervioso central (Sumar, 1991).

Sin embargo si los camélidos, tanto domésticos como silvestres, se alimentan adecuadamente, como ocurre en Estados Unidos, pueden reproducirse todo el año; aun así se registran mayor parte de los nacimientos (73%) en los meses más calurosos del año. (Sumar, 1991)

d) Patrón de acontecimientos ováricos:

Debido a que la copulación por lo general es un preludio necesario para la ovulación, la alpaca y la llama se han clasificado como hembras de ovulación refleja o inducida, en oposición a las de ovulación espontánea. Las alpacas o llamas hembra no tienen ciclos estrales, mostrándose receptivas al macho todo el tiempo. (Sumar, 1991)

Es importante recalcar que las alpacas son de ciclo estacional, debido a la adaptación a los factores climáticos presentando sólo celos durante la época de empadre con la llegada de las lluvias, habiendo mejor disponibilidad de pastos para la alimentación de las crías recién nacidas y de la hembra parturienta. (Luque, 2005)

Dinámica folicular: En los camélidos sudamericanos se observa el desarrollo de ondas foliculares cíclicas, relacionado con el crecimiento, maduración y atresia del folículo dominante (Bravo y Sumar, 1989); en ausencia de macho, se desarrollan ondas foliculares anovulatorias, hasta que un estímulo adecuado active la ovulación (Adams *et al.*, 1990). En cada onda folicular sólo un folículo se hace dominante, crece para madurar y alcanzar el tamaño ovulatorio (> 7mm de diámetro); los demás regresionarán (Bravo *et al.*, 1990; Fernández Baca, 1993). El folículo dominante tiene tres fases o estadios de desarrollo: crecimiento, maduración y regresión. A pesar de que la fase de crecimiento no es muy conocida en camélidos, se cree que los cambios iniciales producidos son similares a los ocurridos en otras especies. En la fase de maduración o estática se reporta que el folículo dominante inhibe el desarrollo de folículos más pequeños (Bravo *et al.*, 1990) debido a la existencia de una relación inversamente proporcional entre el número de folículos detectados y el diámetro del folículo dominante (Adams *et al.*, 1990); siendo la secreción de inhibina responsable de la supresión del crecimiento de los folículos subordinados (Bravo *et al.*, 1990).

Con respecto a la fase de regresión, ésta se da debido a que el folículo dominante controlaría su propia duración (Adams, 2001); por lo tanto si no hay ovulación se atresia (Bravo *et al.*, 1990). Durante la atresia folicular, el rápido reemplazo del folículo dominante ocurre dentro de los 2-3 días siguientes luego de la primera reducción en el tamaño del folículo dominante (Vaughan *et al.*, 2001). El crecimiento y la regresión de los sucesivos folículos dominantes pueden

superponerse en camélidos sudamericanos por 1-4 días debido a que como un folículo grande está en regresión, otro está a punto de convertirse en dominante. El intervalo entre ondas foliculares, que es el tiempo en días entre la emergencia de folículos dominantes sucesivos, es en promedio de 15.8 ± 0.6 días en alpacas (Vaughan *et al.*, 2001). Los primeros 10 días después de la emergencia de una nueva onda folicular, la tasa de crecimiento folicular en alpacas es constante, independientemente del posterior intervalo entre ondas (Vaughan *et al.*, 2001). El pico de las concentraciones plasmáticas de estradiol coinciden con el tamaño máximo folicular a los 10-13 días después del inicio del folículo en crecimiento en alpacas a los 8 días (Vaughan, 2001). Los cambios en la frecuencia del pulso de la LH presumiblemente regulan el movimiento folicular en camélidos sudamericanos, así como la presencia de progesterona reduce los intervalos entre ondas foliculares después de la ovulación y durante la gestación (Adams *et al.*, 1990).

e) Ovulación:

El folículo dominante es el que contiene una mayor concentración de estrógenos que van a actuar como un indicador de maduración provocando, mediante un efecto de retroalimentación positiva, tanto en el hipotálamo como en la hipófisis una secreción masiva de LH, conocida como "Pico de LH". La acción del pico de LH está dirigida a activar la maduración final y ovulación del folículo dominante, los restantes folículos son eliminados por atresia folicular. La secreción del pico de LH, desencadena una serie de cambios bioquímicos y morfológicos en el folículo que culminan con la maduración del ovocito primario, ruptura de la

pared folicular y la consiguiente salida al exterior del óvulo maduro. (García *et al.*, 1995)

La alpaca, como todos los mamíferos ungulados debería tener ovulación espontánea, pero se aparta de ellos y pasa a formar el grupo especial del conejo, hurón, mapache y gato con ovulación inducida.

El proceso de la ovulación en las alpacas no ocurre espontáneamente, sino que se produce sólo cuando es inducida, aunque parece existir muy raras excepciones. La función ovulatoria de ambos ovarios, izquierdo y derecho, son iguales. Y, aún más, alrededor de un 10% de los casos ocurren en forma múltiple, de los cuales la mayoría son dobles. (Bustinza, 2001)

La ovulación en alpacas y llamas es inducida por la cópula, esta sincronización es necesaria, debido a que la vida del óvulo y del espermatozoide dentro del tracto uterino es de pocas horas. (Luque, 2005; Bustinza, 2001). Ocurre aproximadamente 26 a 30 horas después del estímulo copulatorio (San Martín *et al.*, 1968; Sumar, 1991) y de manera artificial 24 a 30 horas post administración de las hormonas gonadotropina coriónica humana (hCG), Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) u Hormona Luteinizante (LH) (Sumar, 1991; Fernández Baca *et al.*, 1971; Huanca *et al.*, 2001).

Asimismo, la administración intravaginal de semen de alpaca y bovino inducen a la ovulación en alpacas (Ríos, 1989).

Se ha determinado que el macho, para desencadenar el mecanismo ovulatorio de la hembra, debe realizar el estímulo necesario a través de la introducción del pene en la vagina y apretones con las extremidades anteriores del macho. Sin

embargo, las hembras montadas por machos con mandil o vasectomizados responden con el inicio de la ovulación. Las hembras que montan a otras hembras pueden desencadenar también la ovulación tanto de ella como en la que se deja montar. Por otro lado, la sola presencia y/o los ruidos guturales de los machos pueden producir la ovulación. Y, finalmente, ha sido reportado ovulación espontánea hasta alcanzar un 5%. (Bustinza, 2001)

Por otro lado se han reportado casos de ovulación espontánea sin previa cópula en llamas (Adams *et al.*, 1991). Es así que en alpacas, se atribuye a los estímulos olfatorios, auditivos y visuales, los cuales pueden tener una influencia sobre la ocurrencia de ovulación espontánea (Fernández Baca *et al.*, 1970). Las hembras pueden ovular sin estimulación coital u hormonas exógenas, sobre todo cuando al principio se les aísla del macho y luego se les vuelve a presentar ante él. Se informó que la tasa de ovulación espontánea es de aproximadamente 5 a 10% en las alpacas y 9 a 15% en llamas. (Sumar, 1991)

Para que se produzca la ovulación la estimulación neural llega al hipotálamo causando la liberación de la GnRH, la que, a su vez, causa en la pituitaria la liberación de la LH. Sin embargo, midiendo la respuesta al estímulo, no todos los servicios son efectivos para inducir la ovulación aun cuando se repitan 3 veces en la misma hembra y en un periodo de 24 horas. Alrededor de 20 % de hembras con ovarios aparentemente activos no responden con ovulación a la simple o múltiple cópula. Por otro lado, una monta puede ser insuficiente para desencadenar el mecanismo ovulatorio. Una hembra puede ser empadrada varias veces en el día en condiciones cuando existe folículo ovulatorio; sin embargo solamente después del primer empadre libera LH y ya no libera en los

subsiguientes empadres. De esto podemos inferir que las fallas en la ovulación pueden ser debidas a un estímulo insuficiente de las hembras, esto a su vez a un mal servicio de parte de los machos débiles. (Bustinza, 2001)

Por otro lado, como quiera que todas las hembras respondan con ovulación a la administración de la gonadotropina coriónica humana se infiere que las fallas en la ovulación, en monta natural, se pueden deber a deficiencias de la hormona luteinizante. La cantidad de LH es importante para provocar la ovulación: cuando los folículos tienen un tamaño de 7 mm o más, la elevación de LH preovulatorio es notorio y suficiente, mientras que se encuentran en niveles bajos cuando el tamaño folicular es menor. En condiciones normales sólo ovula el 59% de las hembras; esto demuestra que el resto no incremento suficientemente el nivel de LH, cuya causa aún no ha sido explicada, pero que si se ha hipotetizado que tal deficiencia puede deberse a: 1) deficiente secreción hipofisaria, 2) fallas del mecanismo regulador de la descarga de dicha hormona (LH) y 3) sensibilidad disminuida de los folículos a los niveles de la hormona circulante; y 4) niveles nutricionales por debajo de lo normal.

De esta manera, probablemente, la larga duración de la cópula, en la alpaca, tenga una de sus explicaciones en la necesidad de proveer el estímulo necesario y suficiente para la inducción de la ovulación. (Bustinza, 2001)

f) Cuerpo lúteo:

Después de la ovulación, las células foliculares que secretan estrógenos se transforman y secretan progesterona. Esta estructura se conoce como cuerpo lúteo (Novoa y Leyva, 1996). Si existe fecundación entonces el cuerpo lúteo se mantiene durante toda la gestación (García *et al.*, 1995)

El cuerpo lúteo aparece como resultado de la ovulación y se puede detectar por palpación o ultrasonografía (Adams *et al.*, 1991; Sumar, 1991) e indirectamente por la presencia de progesterona en el plasma (Bravo *et al.*, 1990) y pregnadiol en orina (Sumar, 1988). Si la fertilización no se produce el cuerpo lúteo inicia su regresión aproximadamente a los 10 u 11 días, provocado por las prostaglandinas. Concentraciones de progesterona en sangre y pregnadiol en orina reflejan la existencia de un cuerpo lúteo funcional. (Sumar, 1991)

La concentración de progesterona igual o mayor que 1 ng/ml a 7 días de la cópula indica ovulación y actividad luteal, pero no necesariamente preñez; la misma cantidad de ella a los 21 días es indicación de preñez (Sumar, 1991). Los niveles de progesterona circulante mayores de 2 ng/ml son considerados una fuerte indicación de la presencia de un cuerpo lúteo maduro y funcional (Adams *et al.*, 1991). La progesterona es necesaria para el mantenimiento de la preñez por todo el período de la gestación, y la eliminación del cuerpo lúteo o del ovario que lo contiene termina con la gestación en 24 horas. (Sumar, 1991)

La luteinización se inicia con la secreción del pico pre-ovulatorio de LH (García *et al.*, 1995), dándose el inicio de la organización estructural y funcional del cuerpo lúteo; las células tecales se luteinizan para dar lugar a las células tecales

pequeñas, además se produce la hipertrofia y luteinización de las células de la granulosa dando lugar a las células luteales grandes (Hafez, 1996). Esta nueva organización altera la vía estereidogénica, produciendo la secreción de progesterona por las células luteales pequeñas y grandes.

El cuerpo lúteo aumenta gradualmente de tamaño y actividad secretoria de progesterona, dándose correlación positiva entre sí (Fernández Baca, 1971). El diámetro promedio del cuerpo lúteo 3 días después del servicio o 48 horas post ovulación es de 7.72 mm para el ovario izquierdo y 8.67 mm para el ovario derecho (Fernández Baca *et al.*, 1970).

En alpacas preñadas o no, el cuerpo lúteo alcanza su máximo desarrollo el día 8-9 post cópula o administración de hCG, donde el tamaño máximo reportado fue de 14 mm de diámetro. El día 4 comienzan a incrementarse las concentraciones de progesterona en sangre, alcanzando niveles máximos al día 8 post servicio. De aquí en adelante en las hembras no preñadas descienden los niveles de progesterona los días 10 y 11 (Fernández Baca *et al.*, 1970; Adams *et al.*, 1991), por lo tanto la vida media del cuerpo lúteo es de 8 a 9 días (Aba *et al.*, 1995), donde las hembras pueden ser sexualmente receptivas de nuevo aproximadamente a los 12 a 14 días después de la monta cuando la concepción no ocurre. Por otro lado en las hembras preñadas el día 13 se produce una disminución transitoria de los niveles de progesterona volviendo a alcanzar los niveles normales el día 18 (Fernández Baca *et al.*, 1970; Adams *et al.*, 1991).

La disminución transitoria de progesterona sugiere la acción de la prostaglandina $F2\alpha$ sobre el cuerpo lúteo (Fernandez Baca, 1993). La $PGF2\alpha$, secretada por el

endometrio, puede ser el agente luteolítico en camélidos sudamericanos, debido a que se demostró que la prostaglandina exógena ocasiona luteólisis, sólo cuando se administra después del cuarto día de la fase luteal inducida. En hembras no preñadas la caída de progesterona coincide con un incremento en los niveles de prostaglandina entre los días 9 y 12 post cópula lo que no sucede en hembras preñadas (Leyva y García, 1999).

Durante los primeros días posteriores a la ovulación, las hembras pueden mostrar celo debido probablemente a que los niveles de progesterona secretados no son suficientes para ejercer un efecto inhibitorio en el eje hipotálamo-hipofisiario (Leyva y García, 1999). Posteriormente el día 5 post ovulación la presencia de un cuerpo lúteo funcional que secreta niveles adecuados de progesterona inhibe el comportamiento de celo (Fernández Baca, 1971) y será el principal soporte de la preñez (Bravo, 2002).

g) Receptividad sexual y conducta de apareamiento:

El comportamiento sexual de los camélidos sudamericanos es complejo (Adams *et al.*, 1989) y la variabilidad puede estar relacionada con la ubicación geográfica, grado de domesticación y la estructura social de la manada (Novoa, 1970).

Existe una relación entre la receptividad sexual, el tamaño folicular y las concentraciones plasmáticas de estrógeno en hembras no apareadas (Bravo, 1994; Bravo *et al.*, 1991; Fernández Baca *et al.*, 1970). La receptividad sexual en camélidos también está asociada con un bajo nivel de progesterona (Adams *et al.*, 1989, Sumar *et al.*, 1988).

La hembra receptiva adopta la posición particular (recumbencia ventral) después de un breve periodo de persecución por parte del macho, o se acerca a un macho que está copulando con otra hembra y adopta la posición señalada. Algunas hembras receptivas en ocasiones muestran conducta de monta con otras hembras del hato, aunque tal conducta es mucho menos frecuente que en las vacas. Si la hembra no está receptiva, el rechazo lo demuestra al correr para alejarse del macho y escupirle. Durante la brevísima fase de cortejo y durante el apareamiento, los machos resoplan, gruñen y hacen sonidos laringonasales. La copulación ocurre en una posición recumbente en la que el macho monta por encima y exactamente atrás de la hembra. La hembra adopta una actitud muy pasiva durante la copulación, y en ocasiones, cuando la copulación es prolongada, parece cansarse y a veces cambia de posición para acostarse sobre un lado (Bustinza, 2001; Sumar, 1991). En comparación con otras especies domésticas, el coito en los camélidos es notablemente prologado (10 min – 1 hora). (Sumar, 1991)

h) Conducta sexual después de la cópula:

Si se produce la fertilización, la desaparición del celo ocurre aproximadamente a los 5 días después de la ovulación y a partir de éste momento la hembra rechaza al macho (Bustinza, 2001).

El cuerpo lúteo que se forma después de la cópula es responsable mediante la producción de progesterona del mantenimiento de la preñez en sus inicios, inhibiéndose la presencia de FSH y la presencia de celo; si la cópula es infértil (Luque, 2005), o se produce la muerte temprana del embrión (Bustinza,

2001) el cuerpo lúteo involucre en un periodo máximo de 18 días, periodo durante el cual se inicia el desarrollo folicular por secreción de FSH presentando celo nuevamente a los 14 días promedio (Luque, 2005) y permanecerán receptivas hasta cuando ocurra cópula u otro estímulo capaz de inducir la ovulación (Bustinza, 2001). Las hembras fértiles rechazarán al macho (Luque, 2005).

Además, es probable que exista el tipo de celo sordo o sin manifestaciones externas, ya que un pequeño porcentaje de hembras que no presentan y no aceptan fácilmente al macho resultan estar preñadas (Bustinza, 2001).

i) Fertilización:

- **Transporte espermático en el tracto reproductivo de la hembra:** Desde el interior de los cuernos, donde se produce la eyaculación, el recorrido de los espermatozoides se produce en el tiempo y modo siguiente:
 - A las 6 horas después de la cópula, el 100 % de los espermatozoides están en los cuernos uterinos.
 - A las 18 horas el 72 % de los espermatozoides están en el istmo.
 - A las 30 horas, el 91 % de los espermatozoides están en la unión útero-tubal
 - Por lo que se deduce que a las 18 horas están en el lugar de la fertilización, más tarde se encuentran en el lugar de almacenamiento primario de los espermatozoides que es en la unión útero-tubal, a diferencia de lo que ocurre en vacunos y ovinos que es en la cervix. (Bustinza, 2001).

- **Fertilización:** La fertilización comprendida como la unión del óvulo con el espermatozoide, en la alpaca, por lo general es única, aunque en pocas ocasiones se producen en forma doble. Este fenómeno ocurre probablemente, antes de las 30 horas de producida la cópula (Bustinza, 2001).
- **Implantación:** La implantación en camélidos sudamericanos parece ocurrir dentro de los primeros 21 días que siguen al servicio fértil, dado que después de esta etapa se puede encontrar unión definitiva entre membranas fetales y maternas (Fernández Baca *et al*, 1971).

Como quiera que la ovulación ocurre con la misma frecuencia en ambos ovarios y el fenómeno de la implantación y desarrollo del embrión ocurre en la gran mayoría de los casos solamente en el cuerno uterino izquierdo (98.4%), para los efectos de la implantación de los embriones producto de óvulos procedentes del ovario derecho, de todas maneras debe haberse producido migraciones del lado derecho hacia el izquierdo (Bustinza, 2001).

Cuadro 2: Localización de cuerpo lúteo y del embrión en la alpaca

Localización de cuerpo lúteo	Localización de embrión.			
	Cuerno derecho		Cuerno izquierdo	
	n	%	n	%
Ovario derecho	12	2,5	460	97,5
Ovario izquierdo	3	0,7	437	99,3
Ambos ovarios			16	100,0
Total	15	1,6	913	98,4

Fuente: Fernandez-Baca y otros. 1973.

En camélidos, se observó que la implantación del embrión ocurre casi en su totalidad en el cuerno uterino izquierdo, a pesar de no existir diferencia en la actividad ovulatoria entre ambos ovarios, lo que indicaría que los embriones que se originan en el cuerno uterino derecho tienen que emigrar al lado izquierdo para su implantación (Fernández Baca *et al*, 1973).

Si bien no se conoce exactamente las razones de la migración, una explicación al respecto estaría en la actividad luteolítica diferencial de ambos cuernos uterinos al ser solo local en el cuerno derecho y además sistémica en el izquierdo (Fernández Baca *et al*, 1979) por lo cual, el embrión al implantarse en el cuerno izquierdo contrarrestaría su acción luteolítica (Fernández Baca, 1993).

Por otro lado, aunque la ovulación puede ser doble o múltiple y la fertilización y desarrollo ser gemelar en los primeros estadios, el cuerno izquierdo permite el desarrollo de un solo embrión (Bustinza, 2001).

· **Placentación:** Los camélidos presentan la placenta difusa simple epiteliocorial, tal como los porcinos y equinos (Bustinza, 2001; Skidmore, 2005), pero se diferencia de éstos por ser más simple el contacto materno-fetal. Histológicamente, la placenta epiteliocorial tiene seis estructuras (capas de tejido) que separan los torrentes circulatorios de la madre y el feto, que se encuentran intactos durante todo el tiempo que dura la gestación (Bustinza, 2001).

El momento preciso de la placentación no se conoce; sin embargo por ultrasonografía y por la concentración del sulfato de estrona en análisis de plasma y orina se infiere que debe iniciar aproximadamente a los 20 ó 22 días

después de la cópula-fértil. La aparición de los latidos del corazón y el consecuente intercambio de oxígeno sugiere la real iniciación de la placentación (Bustinza, 2001).

Si bien en los estadios iniciales, el desarrollo del embrión es solamente en el cuerno uterino izquierdo, el cual permite desarrollar un solo embrión, a partir de los cuarenta y cinco días la placenta abarca toda la superficie uterina, no sólo el cuerno uterino donde se ha desarrollado la implantación sino también invade la del cuerno opuesto. Por eso, a partir de los 120 días de gestación, o quizás antes, es difícil determinar cuál de los cuernos es el de la implantación original (Bustinza, 2001).

La superficie de sección de la pared uterina es relativamente gruesa al inicio de la gestación, pero que se adelgaza a medida que progresa la preñez hasta que al final tiene un aspecto de pergamino (Bustinza, 2001).

Las membranas fetales son de aspecto difuso que se desprenden con gran facilidad de la pared uterina durante cualquier estadio de la gestación, como ocurre también en la yegua. Probablemente, a esta simplicidad se debe el hecho de que en las alpacas no se presentan retenciones placentarias (Bustinza, 2001).

Los últimos estudios indican que en las membranas fetales expulsadas en el parto, presentan características peculiares como las siguientes: Está adherida en todas las uniones muco-cutáneas como las pestañas, boca, fosas nasales, ano, vulva y almohadillas plantares. En placentas a término, el amnios está adherido al corion y alantoides y permanece así durante el parto. Posee

papilas indigitando con depresiones correspondientes al endometrio, siendo semejante al de los camellos. Una membrana extra, derivada de las capas de la epidermis y separada de la piel, formando una capa continua ha sido identificada, la misma que separa la epidermis del feto del líquido amniótico. (Bustinza, 2001)

- **Eficiencia reproductiva del macho:** La tasa de fertilidad está relacionada con el número de copulaciones por día que realiza un macho. Es mayor la tasa de fertilidad con machos que realizan menor número de servicios por día y tiene una tendencia marcada a disminuir considerablemente con servicios repetidos en el mismo día. Por lo que se puede deducir que la menor tasa de concepción se debe también a una disminución de la efectividad de los servicios en el mismo día. Así, en los primeros experimentos con dos machos, uno que realizaban 8 copulaciones y el otro solamente 4 copulaciones, como máximo por día, en el período de empadre, tuvieron 34% y 59% de efectividad en los servicios y finalmente 44% y 65% de gestaciones respectivamente. (Bustinza, 2001)

- **Eficiencia reproductiva de la hembra:**

- Tamaño folicular:

El ovario de la hembra responde con ovulación al estímulo de la cópula en función al crecimiento o tamaño folicular. Así, se pudo observar que:

- i) Hembras alpaca con folículos pequeños (4-5 mm) no ovularon.
- ii) Hembras alpaca con folículos grandes (7-10 mm) no ovularon.

- iii) Hembras alpaca con folículos grandes (7-10 mm) no ovularon por el contrario luteinizaron sus folículos.

Por otro lado, la respuesta de la hipófisis, a la cópula, en la alpaca con descarga de LH depende del tamaño folicular. Así se ha descrito que la cópula resulta en ovulación y desarrollo del cuerpo lúteo normal en alpacas cuando los folículos son de 7 a 12 mm de tamaño. Sin embargo, animales con folículos en regresión respondieron a la copulación con una descarga de LH (luteinización), pero no ovularon. Además, la permanencia de los folículos de 8 mm de tamaño es de 10.8 días, lo que indica que hasta cierto punto éste tamaño folicular es el adecuado para que ovule y continúe la preñez (Bustinza, 2001).

j) Gestación:

En alpacas, después de la cópula, los espermatozoides permanecen en los cuernos uterinos las primeras 12 horas, luego más del 90% avanzan hacia los oviductos, específicamente a la unión úterotubal y el istmo, sitio de la fertilización, siendo la concentración máxima a las 18 horas. El desarrollo embrionario en la alpaca es similar al de otras especies. El estadio de mórula de 4 a 6 blastómeros se observa en el oviducto alrededor del día 4 post cópula, como mórula compacta de gran número de blastómeros por el día 7 y en el útero como estadio de blastocisto por el día 10 (Bravo *et al*, 1996).

La duración de la gestación varía de 335 a 360 días en llamas y 343 y 346 días en alpacas Huacaya y Suri. (Novoa *et al*, 1996), presentándose la mayor parte de las gestaciones con un sólo feto ubicado en el cuerno uterino izquierdo (Fernández-Baca *et al*, 1973; Sumar, 1991), incluso cuando la ovulación ocurre en

ambos ovarios con igual frecuencia. Esto indica que los embriones que se originan en el lado derecho migran al cuerno izquierdo para implantarse. No se conoce bien la razón de la migración del lado derecho al izquierdo, que parece ser exclusiva de los *Camelidae*. Una explicación de este fenómeno comprende un efecto luteolítico diferencial del cuerno izquierdo frente al derecho. El cuerno derecho realiza la luteólisis mediante una vía local, en tanto que el izquierdo la efectúa por ambas vías, la sistémica y la local (Sumar, 1991).

Las ovulaciones múltiples ocurren en 3 a 10% de las alpacas después del apareamiento natural y en 9 a 20% después del tratamiento con gonadotropinas, pero los gemelos nacidos vivos son poco frecuentes. La función del cuerpo lúteo durante la preñez en la llama y la alpaca es la de conservar la preñez durante todo el periodo de gestación (Sumar, 1991).

Diagnóstico de preñez: Se han descrito varios métodos para el diagnóstico de la preñez.

- i. Conducta sexual: Utilizando machos de alpaca incitadores (vasectomizados), se observó que las hembras que mostraban receptividad sexual 20 o más días después de un servicio previo no estaban preñadas. No obstante, no todas las hembras que rechazaban al macho estaban preñadas (Sumar, 1991).
- ii. El balotaje, peloteo o palpación externa todavía se usa en el sistema tradicional de reproducción en el sur del Perú, con una exactitud de cerca del 80%. El diagnóstico de preñez se hace mediante palpación externa o peloteo aproximadamente a los 8 meses de gestación (Sumar, 1991),

siendo entonces un método tardío para un eficiente manejo reproductivo (Sumar, 1997).

- iii. La palpación rectal en alpacas es posible desde los 30 días de gestación, pero este método es limitado por las dimensiones pélvicas y el depósito de grasa de la entrada pélvica, sobre todo en animales de un año de edad. Cerca de 70% de las alpacas de un año y 90% de las adultas pueden palparse por el recto (Alarcón *et al.*, 1990). Casi 100% de las llamas pueden palparse, con medios de inmovilización adecuados, lubricación y un veterinario calificado que use un tamaño de guante no mayor de 7. La exactitud del diagnóstico de preñez mediante palpación rectal a los dos meses después del apareamiento fue de 100% en alpacas y llamas (Sumar, 1991).

- iv. Hormonas en la circulación:

Progesterona: Se ha observado en las gestantes el aumento detectable de progesterona en sangre a los 3-4 días post cópula, luego la concentración disminuye entre los días 8 y 10 en llamas (Adams *et al.*, 1991), mientras que en alpacas se produce entre los días 8 y 11, habiendo una reducción transitoria en el diámetro del cuerpo lúteo, que luego se recupera debido al reconocimiento maternal de la preñez, permaneciendo las concentraciones de progesterona elevadas en plasma hasta cerca de 2 semanas antes del parto, cuando empiezan a descender (Novoa y Leyva, 1996; Sumar, 1991).

Sulfato de estrona: Los niveles de estrona varían entre 0.02 y 1.2 nmol/l (0.26 ± 1.9) desde el apareamiento hasta cerca de los días 246 y 262 de la

gestación en alpacas y llamas (cerca de los ocho meses de preñez); pero de ahí en adelante aumentaron muy rápidamente, y los niveles más altos se observaron tres días antes del parto, con valores de 19 y 16 nmol/l en alpacas y llamas, respectivamente. Un notable descenso de sulfato de estrona se observó el día siguiente del parto en ambas especies, hasta alcanzar niveles basales a los seis a siete días después del mismo. El sulfato de estrona puede servir para el diagnóstico de preñez avanzada y bienestar del feto (Sumar, 1991).

Cuadro 3.- Concentraciones medias de progesterona en plasma (nmol/L) en alpacas hembra, y llamas hembra apareadas con machos fértiles

Día	Alpacas (n=12)		Llamas (n=10)	
	Preñadas	No preñadas	Preñadas	No preñadas
	0.32	0.38	0.53	0.45
5	2.46	1.46	1.93	1.38
8	18.50	12.03	16.41	10.90
9	16.34	3.20	17.81	14.10
10	13.70	0.76	20.70	6.90
11	12.84		25.13	2.90
12	16.00		23.28	0.28

Fuente: E.S.E Hafez B., 2002

- v. Las diferencias de las concentraciones de progesterona en leche entre alpacas no preñadas y preñadas en lactación pueden observarse a los 12 días después del apareamiento. Estas diferencias podrían constituir la base de una prueba de preñez temprana (Sumar, 1991).
- vi. Técnicas de ultrasonido: La ultrasonografía diagnosticó la gestación precozmente en alpacas y llamas y con mayor eficiencia que los métodos tradicionales (Raggi *et al*, 1996).

Bravo *et al* (2000) demostraron la detección de la vesícula embrionaria el día 12 después de la cópula. Asimismo, los embriones fueron detectados el día 22 post cópula en alpacas. El diagnóstico de gestación por ultrasonografía puede llevarse con seguridad los días 23 y 24 en alpacas y llamas respectivamente (Parraguez *et al*, 1996). Sin embargo, Adams *et al* (1989) indican que la preñez fue detectada en llamas el día 11 post empadre y todas las vesículas fueron localizadas en el cuerno uterino izquierdo. Además, la preñez en llamas puede ser diagnosticada tan temprano como a los 19 días después del apareamiento (Bourke *et al*, 1992).

k) Parto:

El proceso de un parto normal dura de 10 minutos a una hora y usualmente no requiere asistencia. La cabeza y miembros anteriores salen primero. Cualquier otra presentación del feto debe tratarse como una emergencia. La ocurrencia de partos difíciles no es alta (cinco por ciento o menos), pero pueden ser fatales. Si la hembra lleva ya un par de horas con contracciones y no expulsa el feto, o aparecen solo la cabeza y un miembro anterior, o solo la cabeza, o solo los dos miembros anteriores, es necesario intervenir y re-ubicar el feto colocándolo en la posición que sea más adecuada. Una demora puede resultar en la muerte de la cría y de la madre. (FAO, 1996).

La mayor parte de las hembras paren de pie, de modo que la cría cae al suelo, pero algunas hembras paren acostadas (FAO, 1996).

Los camélidos no lamen a su cría en el momento del nacimiento, ni la abandonan, ni siquiera frente a un estado de desnutrición extrema (Sumar, 1991).

La placenta es expulsada normalmente dentro de cuatro a seis horas después del parto. No se debe tirar de ella si queda colgando, ya que se pueden provocar lesiones internas en la hembra. La retención de placenta no es un problema en alpacas y llamas (FAO, 1996).

Más de 90% de los nacimientos en alpacas y llamas ocurren entre las 7:00 y las 13:00 horas. Esta adaptación da a las crías la mejor oportunidad de calentarse y secarse antes del frío nocturno, donde incluso en el verano, las temperaturas congelantes son frecuentes en altitudes superiores a los 4000 m. Al parecer, los camélidos pueden retrasar el nacimiento durante horas o días para evitar dar a luz durante la noche o en días nublados, sin sol y con nieve. (Sumar, 1991)

I) Puerperio:

Hasta el cuarto día después del parto la alpaca hembra es dócil y permitirá que el macho la monte. No obstante, la regresión lútea, el crecimiento folicular y la involución uterina no se han completado, y la hembra no ovulará ni quedará preñada con estos primeros apareamientos. La fertilización ocasional ocurre después del apareamiento a los cinco días del parto. A los 10 días después del parto los folículos miden de 8 a 10 mm, el cuerpo lúteo se ha degenerado considerablemente y el útero ha involucionado en forma sustancial (pesa la quinta parte de lo que pesaba 24 horas después del nacimiento). Se recomienda el apareamiento de alpacas hembras en un lapso de 15 a 20 días después de dar a luz para conseguir buenas tasas de fertilidad y una cría por año (Sumar, 1991).

Descanso post parto: La fertilidad de la hembra está también relacionada al periodo de descanso post-parto antes del empadre. Las hembras en lactación empadradas a los 10 días después del parto tuvieron bajas tasas de ovulación, concepción y preñez frente a aquellas que tuvieron un descanso de 20 ó 30 días, y como consecuencia de esto el porcentaje de hembras vacías es muy alto a los 10 días que después demás de 20 días. Por consiguiente la hembra debe descansar 20 o más días después del parto para su recuperación fisiológica (Bustinza, 2001).

2) Machos:

a) Anatomía reproductiva:

ESCROTO Y TESTÍCULOS:

El escroto es la bolsa que contiene los testículos (FAO, 1996), un divertículo del abdomen que se forma por una modificación de la piel (Bustinza, 2001). No es pendulante como en ovinos o vacunos, sino que se encuentra bien adosado y mantiene los testículos junto al cuerpo del macho (FAO, 1996). El exterior del escroto es untuoso al tacto por la presencia de secreciones sebáceas y está cubierto de abundantes pelos finos y presenta un surco sagital que es el rafe escrotal (Bustinza, 2001).

Los testículos en la alpaca se encuentran en la región perineal, aproximadamente a 10 cm del ano, y tienen similar ubicación que en el cerdo, el perro y el camello; pero no están a la misma altura, sino que el derecho está ligeramente más descendido (Bustinza, 2001). Tienen forma ovoide y redondeada, un peso de 18 g y miden de 3.5 – 4.5 cm de largo y 2 – 3 cm de ancho (Novoa y Leyva, 1996;

Sumar, 1991). Se encuentran, en número par, son relativamente pequeños, están presentes en el escroto al nacimiento, normalmente son suaves y fáciles a la palpación. (Fowler, 1998; Sumar 1985).

Cada uno de los testículos presenta dos superficies, dos extremidades y dos bordes. Las superficies lateral y medial son convexas; las extremidades craneal y caudal son redondeadas; el borde de inserción o epididimal es algo recto mientras que el borde ventral es libre y convexo. (Bustinza, 2001)

La variación del tamaño de los testículos está relacionada a la edad (Galloway, 2000; Smith *et al.*, 1994) y a la estación (ElWishy, 1988; Fowler y Bravo, 1998). En los machos tuis, uno de los testículos puede tener menor tamaño lo que generalmente se normaliza a partir del tercer año de edad. Esto puede confundirse con una hipoplasia, por lo que hay que tener mucho cuidado en el juzgamiento y selección de machos reproductores para reemplazo (Bustinza 2001).

La túnica dartos y el músculo cremaster interno cumplen una función termorreguladora acomodando a los testículos en respuesta a las variaciones de la piel del escroto (Vaughan *et al.*, 2003).

En los testículos se producen los espermatozoides y la hormona testosterona. Los espermatozoides que son células de gran movilidad tienen forma semejante a un renacuajo. El espermatozoide presenta tres partes: cabeza, cuello y cola (Bustinza 2001).

EPIDÍDIMO Y CONDUCTO DEFERENTE

Es un órgano fibroso compacto pegado al borde anterior del testículo (Bustinza, 2001). Anatómicamente se divide en tres partes, la cabeza, cuerpo y cola (Novoa y Leyva, 1996). La cabeza del epidídimo es más larga que la cola (Bravo *et al.*, 1995) y se sitúa craneoventralmente a su respectivo testículo, el cuerpo se extiende en sentido medial y dorsocaudalmente a la cola que se encuentra dorsal al testículo (Fowler, 1998). Luego de ser producidos en los testículos, los espermatozoides llegan a la cabeza y al cuerpo del epidídimo para su maduración y posteriormente a la cola del epidídimo donde se almacenan (ElWishy, 1988). El conducto deferente es un conducto muy delgado que se origina en la cola del epidídimo, y es órgano par. El cordón espermático, es una estructura par de forma alargada y angosta y se extiende desde el anillo inguinal externo hasta la extremidad craneal del testículo, con una longitud de 40 cm (Bustinza, 2001).

ORGANOS ACCESORIOS:

La próstata es normalmente descrita como una pequeña glándula en forma de H (Bustinza, 2001; Sumar, 1991), de 3 cm x 3 cm x 2 cm; firmemente pegada a la cara dorso lateral de la uretra pélvica cerca del trigono de la vejiga (Bravo y Johnson, 1994; Fowler, 1998). Su cara ventral es ligeramente cóncava. Numerosos conductos prostáticos dirigen la secreción de esta glándula directamente en el saco seminal.

Las 2 glándulas bulbouretrales son ovoides y se ubican en la cara dorsolateral de la uretra pélvica y craneal al arco isquiático (Fowler, 1998; Smith *et al.*, 1994; Sumar, 1983; Tibary y Anouassi, 1997), a 7 cm de la próstata (Bustinza, 2001).

Estas glándulas miden aproximadamente 2 cm de diámetro en la llama adulta y están parcialmente cubiertas por el musculo bulbocavernoso (Fowler, 1998; Smith *et al.*, 1994; Sumar, 1983; Tibary y Anouassi, 1997).

Todos estos producen una secreción que forma parte del eyaculado (Bustinza, 2001).

Una característica notable en la anatomía de los genitales internos de los camélidos, es la ausencia de la vesícula seminal (Bustinza, 2001; Sumar, 1991; Tibary y Anouassi, 1997).

PENE:

El pene tiene la forma de una S denominada flexura sigmoidea que es ante escrotal diferente al toro que es preescrotal; y tiene una longitud de 35-40 cm en erección y pesa aproximadamente 50 g. El diámetro es delgado y no se observa expansión durante la erección, el glande tiene la forma de gancho curvo que presenta dos proyecciones o procesos uretrales, de aproximadamente 1 cm. (Bustinza 2001)

El pene es fibroelástico, y su extremo tiene la forma de un gancho curvo, en dirección de las manecillas del reloj, con una pequeña proyección cartilaginosa de 1 cm de longitud que podría corresponder al “proceso uretral” (Sumar 1991).

PREPUCIO:

El prepucio está ubicado en la región inguinal, es de forma triangular cuando es visto lateralmente y aplanado de lado a lado. El prepucio se adhiere al glande del pene hasta 2 o 3 años de edad haciendo de la protrusión del pene imposible en jóvenes animales (Fowler y Bravo, 1998). En ausencia de estímulo sexual, el pequeño orificio prepucial se dirige caudalmente (Johnson, 1989). El prepucio tiene bien desarrollado el aparato muscular, conformado del músculo craneal, lateral y caudal (Fowler, 1998; Tibary y Anouassi, 1997), lo que hace que al miccionar la orina se dirija hacia atrás; pero durante la erección se proyecta hacia adelante (Bustinza, 2001; Sumar, 1991).

b) Pubertad:

Se define pubertad como la edad en la cual el macho es capaz de liberar gametos y mostrar un comportamiento sexual (Hafez, 2002). La edad de la pubertad es variable y es influenciada por factores genéticos, nutrición, cambios climáticos y la estación reproductiva (Fowler, 1998; Sumar, 1985).

Los machos pueden producir semen fértil cuando tienen alrededor de un año. Más, a esa edad las adherencias naturales del pene con el prepucio (forro) impiden a más del 90 por ciento de los machos copular normalmente. A los dos años alrededor del 70 por ciento de los machos ya lo tiene libre, mientras que alrededor del 100 por ciento lo tiene libre a los tres años (FAO, 1996). Sin embargo, la pubertad ocurre cuando el macho es capaz de producir espermatozoides (Sumar, 1991).

El peso promedio de una alpaca macho al momento de la liberación pene-prepucial fue de 70.1 Kg. y a una edad de 21.5 meses de edad (Sumar, 1988). La

variación en la edad en la que la adherencia pene-prepucial se pierde puede explicarse en parte por el plano de la nutrición (Fernández Baca, 1993) como existe una correlación entre el tamaño corporal y la longitud media de los testículos (Galloway, 2000). La amplia variación en el tamaño testicular a alguna edad o tamaño testicular sugiere que otros factores, probablemente genéticos son también importantes (Galloway, 2000).

La aparición de una luz en los túbulos seminíferos y la presencia de espermatozoides fueron reportadas a los 12 y 18 meses de edad respectivamente (Montalvo *et al*, 1979). Otros autores han reportado que la producción espermática empieza a una edad temprana como a los 10 – 12 meses de edad en algunos machos y normalmente se presenta a 1.5 – 2 años de edad (Smith *et al*, 1994). El crecimiento testicular en estas especies es lento y el máximo tamaño no se alcanza hasta los 3 años de edad (Bravo y Johnson, 1994).

Las alpacas machos alcanzan la madurez sexual a los 5 años de edad correspondiente a los 62.5 Kg donde los testículos deben medir al menos 4 – 5 cm de largo y 2.5 – 3 cm de ancho (Galloway, 2000; Sumar, 1996).

c) Crecimiento testicular y producción de testosterona:

Se ha determinado que el crecimiento de los testículos, medido en tamaño como en peso se produce en forma creciente hasta los 3 años de edad. En forma similar la testosterona; se inicia con valores de 213 pg/ml al año de edad, luego sube a 2,163 pg/ml a los dos años y a 5,385 pg/ml a los tres años de edad y se mantiene en cifras como 5,247 pg/ml en los padres adultos. La cantidad de testosterona se

denomina basal hasta los dos años de edad, lo que coincide con el desprendimiento del pene y prepucio (Bustinza, 2001).

d) Estación reproductiva:

Las alpacas y llamas hembra mostraron periodicidad reproductiva en las condiciones climáticas y de manejo de Perú, pero los machos de estas especies muestran mucha menos variación estacional en la libido y función testicular. La alpaca macho es capaz de producir eyaculados fértiles todo el año, pero al igual que en otras especies domésticas, la calidad del semen, así como la libido, se ven influenciados por la estación del año y la disponibilidad de alimento (Sumar 1991).

e) Conducta sexual:

El deseo de copular o libido se debe a la testosterona, desde que la castración resulta en pérdida de la conducta sexual específica; esta pérdida puede ser incompleta si la castración se realiza en adultos, lo que indicaría que la experiencia previa influye en la expresión de la conducta. También se indica que la capacidad de efectuar la copula varía en cada individuo, probablemente debido a factores genéticos. (Novoa y Leyva, 1996).

Las observaciones de campo han mostrado una conducta peculiar de la alpaca macho. Este muestra una actitud activa y en ocasiones agresiva durante el apareamiento, en contraste con la actitud pasiva de la hembra. La demostración de la actividad de apareamiento de las alpacas macho cuando se introducen en un hato de hembras es muy notable. Después de una intensa actividad copulatoria durante los primeros tres días, hay un descenso considerable a pesar

de la presencia de hembras receptivas. Incluso más notable es la observación de que cuando estos machos inactivos son llevados a un nuevo hato de hembras reanudan su actividad sexual. La asociación continua de machos y hembras inhibe de alguna manera, después de un determinado periodo, la actividad sexual de los machos, situación que en ocasiones impide el apareamiento de hembras que reanudan el estro después de un apareamiento estéril o de muerte prematura del embrión. (Sumar, 1991)

La cópula se realiza en la posición de decúbito ventral. Un macho persigue a una hembra del grupo y si la hembra se echa se posiciona sobre ella e introduce el pene dentro de la vagina y luego en la cervix con movimientos de todo el cuerpo y de las extremidades anteriores. Luego, el macho se mueve hacia adelante y atrás tratando de acomodar el pene dentro de los cuernos uterinos de la hembra (Bustinza, 2001). Durante la copula el macho emite sonidos guturales o ronquidos donde infla los carrillos que parece constituir una señal o estímulo para las hembras, muchas de las cuales al acercarse a la pareja en copula adoptan una posición recumbente (Fernandez Baca, 1993).

El movimiento del pene dentro del útero durante la copula puede causar inflamación, edema e hiperemia del endometrio (Bravo et al., 1996).

f) Capacidad copulatoria:

La alpaca macho es capaz de desarrollar una intensa actividad copulatoria. Esta actividad es mayor durante los primeros días, pero disminuye lentamente a medida que transcurre el tiempo de permanencia junto con las hembras y es mucho menor durante la segunda mitad del empadre que dura 45 a 60 días.

La actividad copulatoria de los machos no sólo es afectada por el tiempo de duración del empadre sino que también por la actividad precedente, la edad y probablemente otros factores.

La actividad copulatoria disminuye marcadamente en los machos que hayan tenido mayor frecuencia copulatoria en los días precedentes, se presume que esta diferencia de actividades se debe fundamentalmente al agotamiento físico de los machos y que lógicamente es mayor en animales que laboran más en un periodo precedente (Bustinza, 2001).

g) Duración de la cópula:

La copula normalmente dura 20 – 25 minutos, con un rango de 5 a 65 minutos (England *et al.*, 1971; Fernández Baca *et al.*, 1970; Vaughan *et al.*, 2003). La copula puede durar 8.1 ± 5.4 minutos en empadre libre, y 17.5 ± 12.1 minutos en empadre controlado con un solo macho (Novoa y Leyva, 1996). El tiempo de copula es determinado por el macho y está influenciado por la edad, raza, estación, frecuencia (Tibary, 1999; Bustinza, 2001) y por la presencia de otros animales (England, 1971).

h) Eyaculación:

No se conoce, exactamente, en que momento de la prolongada monta ocurre la eyaculación del semen puesto que no hay signos exteriores que permitan su identificación. El hecho de que la interrupción de la monta, entre 5 a 10 minutos después del inicio, no disminuye marcadamente la tasa de ovulación y fertilización sugiere que la eyaculación ocurre al comienzo de la cópula. Sin embargo, con tecnología de ecografía y palpación digital de la uretra ha sido reportado que la alpaca tiene en promedio 40.4 contracciones uretrales con un rango muy amplio de 11 a 117; por consiguiente, se asume que la eyaculación es continua.

Durante la copula, el macho penetra la cérvix con su pene, y deposita el semen durante múltiples eyaculaciones dentro de ambos cuernos uterinos (Bravo, 1994), muy cerca de la unión útero-tubal. Como la ovulación no se produce inmediatamente, los espermatozoides permanecen en los cuernos uterinos y oviductos por aproximadamente 24 horas después de la cópula (Bustinza, 2001).

i) Características del semen:

El semen es la suspensión celular líquida que contiene los gametos del macho (los espermatozoides) y las secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductor (Garner y Hafez, 2002). Las características físicas y biológicas del semen de los camélidos sudamericanos son muy variables dependiendo de las condiciones de la colección (por ejemplo métodos de colección, temperatura del medio ambiente, fecundidad y libido de machos). En la alpaca, el plasma seminal

constituye 88.5% del volumen del semen y espermatozoides 11.5 %, sindiferencias significativas entre edades (Garnica *et al.*, 1993).

- **Color y aspecto:** La coloración del semen varía del color cristalino al blanco lechoso (Garnica *et al.*, 1993; Bravo *et al.*, 1997; Bustinza, 2001), dependiendo de la concentración espermática y la proporción de la secreción de las glándulas sexuales accesorias (Tibary *et al.*, 1999).

En su aspecto, el semen de la alpaca es extremadamente viscoso, semejante a un gel, especialmente el primer eyaculado, cuando se provoca eyaculaciones sucesivas. Puede ser semi-viscoso a la tercera eyaculación y hasta líquido si se produce más eyaculaciones con intervalos de cada dos horas (Bustinza, 2001). Es predominantemente blanco lechoso si es colectado por electro eyaculación (Fernández Baca y Calderón, 1966) o por vagina artificial, pero a veces puede ser blanco cremoso (Garnica *et al.*, 1993).

El semen colectado por aspiración de la vagina contiene cantidades variables de sangre como resultado del trauma al tracto reproductivo de la hembra. La hemorragia puede ser secundaria a la copulación y penetración de la cervix por el pene. La presencia de glóbulos rojos no parece dañar la calidad del semen como en otras especies (Tibary, 2003).

Los espermatozoides se encuentran en medio de una masa viscosa y gelatinosa que se ha denominado coagulum o gel. Es muy difícil separar los espermatozoides del plasma seminal por centrifugación; y por esta alta viscosidad el movimiento de los espermatozoides es lento (Bustinza, 2001).

- **pH:** El pH del semen de alpaca es ligeramente alcalino con un promedio de 7.29 y rango de 7.29 a 8.6. La frecuencia de eyaculados no tiene efecto

significativo sobre el valor de pH (Mogrovejo, 1952; Fernandez Baca y Calderon, 1966; Galindo, 1995).

- **Volumen:**El volumen del semen varía de acuerdo a la técnica de obtención utilizada(Bustinza, 2001; Garnica *et al.*, 1993; Sumar y Leyva, 1981), a la individualidad y de una colección a otra(Bustinza, 2001).El volumen promedio de cada En las alpacas los eyaculados obtenidos por vagina artificialtienden a disminuir en volumen cuando se incrementa la frecuencia de uso. En eyaculacionessucesivas, el volumen del último eyaculado es significativamente menor (Bravo *et al.*, 1997).
- **Concentración:** La concentración espermática es muy variable (82 – 250 millones de espermatozoides / ml) y se ve afectada por la edad, el método de colección y el rango de eyaculación. La interrupción de la copula resulta en concentraciones reducidas del eyaculado (Bravo *et al.*, 2002). Al respecto de la concentración, esta también muestra un influjo de la técnica de colección, siendo la vagina artificial el método de colección más usado y confiable con valores alrededor 100 millones de espermatozoides por ml (Sumar y Leyva, 1981; Bravo *et al.*, 1997; Aller *et al.*, 2003); sin embargo, se debeconsiderar que se han reportado concentraciones espermáticas mayores, al usar una hembra en celo como estímulo para el macho donante sometido a colecta por vagina artificial (Dávalos y Olazabal, 2002).
- **Motilidad:**La motilidad progresiva como se describe en otras especies, es muy difícil de apreciar en semen de camélidos debido a la naturaleza viscosa del semen. La motilidad espermática es muy escasa en el semen sin diluir, y se describe mejor como oscilatorio. Solo el5-10% de los espermatozoides

progresan activamente hacia delante (Bravo *et al.*, 1997). Los espermatozoides aumentan su motilidad progresiva cuando el eyaculado se vuelve más líquido (Tibary *et al.*, 1999). La determinación de la motilidad es una de las pruebas más utilizadas en la valoración de la calidad del semen. Una fuerte y progresiva motilidad es un índice importante de la viabilidad de la población espermática. A pesar que la motilidad se puede medir con la ayuda de aparatos, normalmente se hace de forma subjetiva, mediante el examen microscópico realizado por un técnico experimentado (Sorensen, 1991). La actividad masal del semen del camélido puede ser observada en un eyaculado no diluido si la concentración espermática es suficientemente alta (Tibary y Anouassi, 1997) y puede ser clasificada de acuerdo a la intensidad del movimiento giratorio (Garnica *et al.*, 1993). Las muestras deben ser evaluadas tan pronto como sea posible, considerando la influencia que tienen los cambios de temperatura sobre la motilidad espermática. La técnica consiste en la observación microscópica (400x) de una muestra de semen diluida en una lámina portaobjetos templada; los espermatozoides aparecen activos con movimiento progresivo y se les puede ver momentáneamente individualizados. Se determina el porcentaje de espermatozoides motiles sobre el total de espermatozoides visualizados (Arthur, 1991; Sorensen, 1991).

La ausencia de motilidad se encuentra en casos de orquitis y epididimitis, mientras que en los casos de hipoplasia y degeneración testicular la motilidad espermática puede ser muy variable (Arthur, 1991).

En el caso de semen de camélidos sudamericanos, debido a la característica viscosa del semen, no se aprecia la motilidad masal y la motilidad espermática es estacionaria y no progresiva (Bustinza, 2001; Bravo *et al.*, 2002).

· **Viscosidad:** Una de las más importantes características físicas del semen de camélidos es su alta viscosidad que hace muy difícil su manejo durante los procedimientos y combinaciones con los dilutores (Garnica *et al* 1993; Tibary y Anouassi, 1997; Vaughan *et al.*, 2003). La viscosidad del semen se atribuye a la presencia de mucopolisacaridos de las secreciones de la glándula bulbouretral y de la próstata (Garnica *et al.*, 1993). El rol fisiológico de esta característica no es claro. El grado de viscosidad depende del macho individualmente en la proporción del fluido seminal gelatinoso y tiende a disminuir con el incremento del número de eyaculados en un día. Se observó que la viscosidad del semen de alpaca colectado por vagina artificial tiende a disminuir en el tercer eyaculado (Bravo *et al.*, 1997).

B) Histología general:

1) Hembras:

a) Ovarios:

Al corte presentan una zona periférica (corteza) y una zona central (médula) (Di Fiore, 1997; Fernán-Zegarra, 2008), a veces se ve un área de color blanco (cuerpo albicans) y otra forma amarillenta más grande (cuerpo lúteo) (Fernán-Zegarra, 2008).

La zona cortical formada por el epitelio germinativo, la túnica albugínea (De la Vega, 1951), además se reconocen los folículos ováricos en diferentes estadios evolutivos de maduración (Fernán-Zegarra, 2008), además de folículos atrésicos y cuerpos lúteos (De la Vega, 1951); la zona medular está constituida por tejido conectivo laxo, en medio se encuentran fibras musculares lisas (De la Vega, 1951), también es notoria la presencia de gruesos y tortuosos vasos sanguíneos, arterias, venas (Fernán-Zegarra, 2008).

El ovario tiene un epitelio de revestimiento simple plano o cúbico conocido como epitelio germinativo (Fernán-Zegarra, 2008), que es reemplazado bruscamente por un epitelio plano o mesotelio, propio del peritoneo que en parte reviste el pedículo o meso del órgano (Di Fiore, 1997).

En el feto el epitelio germinativo contiene gonocitos u ovocitos primitivos, los folículos primarios están por lo general debajo de la falsa albugínea, distribuido con uniformidad en los rumiantes y en grupos en los carnívoros, en la marrana solo se ven difícilmente los folículos primarios por su delicada estructura (Fernán-Zegarra, 2008).

Los ovarios en los animales jóvenes consta de una capa sencilla de células cúbicas o cilíndricas bajas que en los animales viejos son discontinuas con depresiones cicatrizales, a veces se observan en las inmediaciones del ovario, rudimentos de los riñones primitivos el Epoforo y paraoforo llamadas también paraovario y cuerpos de Rosemuller respectivamente. En la corteza existen los folículos diferentes en una hembra sexualmente madura, entre estos folículos se aprecian al estroma ovárico que es tejido conectivo modificado en donde predominan células alargadas, fusiformes en haces y en diferentes direcciones. En la médula existen gruesos vasos y fibras nerviosas, vasos linfáticos rodeados por tejido conectivo laxo propio de la región (Fernán-Zegarra, 2008).

Folículos ováricos:

- Primordiales: Son las más numerosas y las únicas que se encuentran en el ovario prepuberal, en el recién nacido se encuentran 986,000 en ambos ovarios. Estos están constituidos por un ovocito primario rodeados por una capa de células foliculares planas, el folículo tiene un núcleo grande, vesiculoso con secciones de cromosomas meióticas detenidas en estadio Dictioteno, los centriolos, Golgi, mitocondrias, reunidas en una zona ubicada cerca del núcleo (Fernán-Zegarra, 2008).
- Primarios: Constituido de una célula voluminosa y central (De la Vega, 1951), Los folículos primordiales inician su desarrollo o crecimiento, las células foliculares modifican su forma a células cúbicas o cilíndricas dispuestas en una sola capa alrededor del ovocito, proliferan y conforman un epitelio estratificado cúbico que es la capa granulosa, estas células foliculares que

rodean al ovocito las alimentan y las sostienen porque están en proceso de maduración, el ovocito aumenta de volumen y los organoides dispersos por todo el citoplasma y entre el ovocito y la capa granulosa aparece la zona pelúcida que es una capa o membrana anhistá, PAS positivo por su contenido en glucoproteínas, al M.E. hay microvellosidades que se proyectan tanto a la superficie del ovocito como a las células foliculares vecinas, mientras el tejido del estroma se modifica en tecas foliculares. El epitelio folicular del óvulo cumple funciones de defensa, barrera y regulación. La zona pelúcida de los folículos son de naturaleza glucoproteica, rodea al óvulo, la origina preferentemente el epitelio folicular, aunque no puede excluirse la participación de óvulo en su formación y consta sobre todo de mucopolisacaridos (Fernán-Zegarra, 2008).

- Secundarios: Se les llama también multilaminar, debido a que presenta varias capas de células foliculares (Samuelson, 2007), presentan una cavidad llena de líquido folicular, el paso de primario a secundario es gradual, cuando el primario llega a tener 6 a más capas, aparecen entre ellas pequeños acúmulos o gotas de un material PAS positivo conocido como cuerpos de Call-Exner y entre estas células de la misma capa granulosa se forma grietas o espacios irregulares llenos de líquido, estas grietas se amplían y confluyen con otras para formar la cavidad o antro folicular lleno de líquido folicular, este líquido contiene esteroides, glucosaminoglucanos, proteínas, aminoácidos, enzimas, carbohidratos, gonadotropina, prostaglandinas, metabolitos K^+ , Na^+ en concentraciones similares a los del suero sanguíneo. Contiene además hormonas (FSH, LH), prolactina, testosterona, progesterona, pregnenolona,

androstenediona, estrona, prostaglandina, F₂, E₂, el inhibidor de luteinización de maduración del ovocito (Fernán-Zegarra, 2008).

El líquido desplaza al ovocito hacia un lado, en donde junto con las células granulosas que la recubre, forma un especie de mamelón, el ovocito rodeado de las células granulosas se le conoce como corona radiada, al conjunto de la corona radiada con el mamelón o pedículo constituye el cúmulo oophorus o montículo prolífero u ovárico, las tecas crecen especialmente la interna que se encuentra bien vascularizada. Este cumulus, está constituido por un engrosamiento de la granulosa de ubicación excéntrica, que rodea al ovocito maduro (Fernán-Zegarra, 2008).

Durante el desarrollo del folículo secundario, las células circundantes del estroma se organizan. Estas células continúan dividiéndose, orientándose concéntricamente alrededor del folículo (Samuelson, 2007).

· **Maduro o De Graff:** El folículo De Graff ha alcanzado máximo desarrollo, ocupa todo el espesor de la corteza haciendo relieve en la superficie ovárica presenta una gran cavidad llena de líquido folicular, ésta cavidad está revestida por una capa granulosa tipo epitelio estratificado cúbico, el cúmulo prolífero ocupa una pequeña porción de esta gran cavidad y en él se encuentra el ovocito rodeado por la zona pelúcida y por la corona radiada (Fernán-Zegarra, 2008) formada por las células más superficiales de la granulosa que se disponen perpendicularmente alrededor del ovocito cargado de vitelo (Di Fiore, 1997), los espacios que se van formando luego se funden en una única cavidad amplia llamada antro folicular (Samuelson, 2007), el ovocito termina la meiosis I, originando un ovocito secundario

grande y un pequeño corpúsculo polar que es el primer corpúsculo polar que queda atrapado entre la membrana del ovocito secundario y la zona pelúcida (Fernán-Zegarra, 2008).

- **Cuerpo lúteo:** En su formación intervienen las células de la granulosa y de la teca interna, las que proliferan, hipertrofian y cargan de luteína, una sustancia amarillenta a la que se debe su nombre y color (Di Fiore, 1997)

La vascularización de la teca adyacente se romperá durante la ovulación, formando un coágulo sanguíneo en gran parte del antro presente, formando un cuerpo hemorrágico. Eventualmente el coágulo será reabsorbido junto con los elementos del tejido conjuntivo, se extiende a las células de la teca internas hacia las células de la granulosa. Las células de la granulosa son expandidas en tamaño y número y van siendo transformadas en células luteínicas (Samuelson, 2007).

Es productora de la hormona denominada progesterona que provoca la segunda fase de crecimiento de la mucosa uterina (endometrio) y estimula su secreción condicionándola para la nidación del huevo (Di Fiore, 1997).

- **Folículos atrésicos:** Los folículos primordiales pasan a través de diferentes etapas de desarrollo, mas casi nunca llegan a la madurez, se degeneran en algún momento del camino; se rompen e inician un proceso de degeneración o atresia (Samuelson, 2007).

b) Trompas Uterinas:

Llamadas también trompas de Falopio, oviducto, son pares de diferente longitud de acuerdo a las especies animales y de un grosor de un lapicero que va en aumento desde el extremo uterino hasta el extremo libre dilatándose en forma de embudo, terminando como borla irregular llamada fimbria constituida por franjas a manera de pétalo (Fernán-Zegarra, 2008).

La luz estrellada de este órgano está limitada por una mucosa (Di Fiore, 1997).

Estas estructuras constan de las siguientes porciones:

- **Intramural:** Porción que se introduce al miometrio.
- **Istmo:** De forma delgada vecina al cuerno uterino.
- **Ampolla:** Larga y gruesa.
- **Infundibulum:** Es el extremo libre en forma de embudo o pabellón (Fernán-Zegarra, 2008).

Histológicamente presenta las siguientes capas:

- **Mucosa o corión:** El epitelio que lo tapiza es simple cilíndrico en las que se le forma numerosos pliegues o solo así parece como si fuera una puntilla o mantilla, formado por pliegues mayores y menores.

El epitelio es simple cilíndrico en la mayoría de la especies a excepción de los rumiantes y porcinos en los que existen el tipo de zonas de seudoestratificado.

En esta capa mucosa existen 2 tipos celulares con funciones distintas:

- Células ciliadas que poseen, con el auxilio de la ultramicroscopía la presencia de microvellosidades que cumplen con el transporte del ovocito así como de los espermatozoides.

- Células secretorias que sirven para el desarrollo del blastocito, en la mayoría de las especies se produce un rápido intercambio de iones aminoácidos, ciertas proteínas y glucosa (Fernán-Zegarra, 2008).

En el corión existen numerosos capilares y se distinguen muy bien las células conectivas o fibroblastos que intervienen en su constitución (Di Fiore, 1997).

- **Muscular:** Las fibras musculares lisas están dispuestas en 2 capas; circular interna y longitudinal externa (Fernán-Zegarra, 2008).
- **Serosa:** Constituida por una capa de células planas o mesotelio con una capa submesotelial y algunas fibras musculares lisas.

Estas trompas son muy vascularizadas. Las funciones son de recibir y transportar al ovocito hasta los cuernos uterinos y su luz tan irregular es adecuada para la fecundación. Las secreciones de las células epiteliales contribuyen a la nutrición del óvulo y cigoto, presenta movimientos rítmicos que van hacia los cuernos uterinos, la pared del oviducto es muy vascularizada y sus vasos se dilatan e ingurgitan y en el momento de la ovulación le da cierta rigidez y distensión del órgano para acercarse al ovario y recibir al óvulo (Fernán-Zegarra, 2008).

c) Cuernos uterinos:

- **Endometrio:** Forma una túnica mucosa-submucosa que envuelve el lumen, que contiene células cúbica simples en caninos, felinos y equinos; en suinos y rumiantes es estratificado (Samuelson, 2007).

En la lámina propia de los rumiantes, especialmente en los ovinos, suele observarse la presencia de melanoblastos que producen pigmentación (Fernán-Zegarra, 2008). También se observan glándulas endometriales que son: poco

tortuosas y escasamente ramificadas en caninos, muy tortuosas y ramificadas en la yegua; en forma de tirabuzón en rumiantes y ramificadas en la marrana. Además en los rumiantes a excepción de los camélidos hay zonas donde no existen glándulas, estas estructuras se llaman carúnculas (Fernán-Zegarra, 2008).

- **Miometrio:** Predominan las fibras musculares longitudinales, en donde se puede observar riqueza de vasos muy desarrollados, en donde hay la presencia de fibras musculares circulares. El estrato vascular se encuentra en el miometrio en la cerda, que no es muy evidente y en la vaca pueden localizarse en la mitad externa de la capa circular muscular (Fernán-Zegarra, 2008); este estrato da origen a las arterias arqueadas, que a su vez originan las arterias espirales y rectas del endometrio originando venas y vasos linfáticos (Samuelson, 2007).
- **Perimetrio:** Forma la túnica serosa de la mayor parte de los cuernos uterinos y del cuerpo del útero. Es un delgado tejido conectivo laxo revestido internamente por un epitelio escamoso simple (Samuelson, 2007) y a nivel del cuello o cérvix por la adventicia. (Fernán-Zegarra, 2008). En esta capa hay también pequeños vasos sanguíneos, vasos linfáticos y fibras nerviosas (Samuelson, 2007).

d) Cuello Uterino:

Es el extremo posterior de los cuernos uterinos de forma cónica, presenta un canal cervical ocupado por el moco cervical. La parte interna del cérvix se conoce como endocervix tapizado por la mucosa, constituido por epitelio cilíndrico (Fernán-Zegarra, 2008).

La submucosa propia se compone de un tejido conjuntivo denso irregular, generalmente no posee glándulas, más puede presentar un epitelio productor

de moco, especialmente repleto de células caliciformes y otras células productoras de moco en los rumiantes (Samuelson, 2007).

La mucosa presenta pliegues longitudinales de diferentes alturas, dando aspecto anfractuoso y pseudoglandular, como se observa en la vaca, pero en la oveja y marrana el epitelio presenta invaginaciones a modo decriptas, el cérvix llamado también hocico de tenca en los camélidos presenta 3 o 4 pliegues bien pronunciados en la endocervix (Fernán-Zegarra, 2008).

Internamente la musculatura es muy fuerte y rica en elementos elásticos, las fibras musculares circulares especialmente en la oveja, cabra, marrana en los cojines de cierre, es decir la luz del cuello ofrece una serie de eminencias que alternan con depresiones o muescas, estas eminencias y depresiones encajan ocluyendo dicha luz, tan exacto que imposibilita al paso de una sonda, dichas eminencias son los cojines. Externamente está tapizado por epitelio estratificado plano no cornificado y en el límite entre el endo y exo se aprecia transición de epitelio (Fernán-Zegarra, 2008).

e) Vagina:

- Es un conducto músculo fibroso de luz virtual debido a que sus paredes están en contacto, presentando pliegues longitudinales de donde parten pliegues secundarios o arrugas (Fernán-Zegarra, 2008), conecta al útero con el vestíbulo y recibe al órgano copulatorio del macho (Samuelson, 2007).

Histológicamente está constituido por:

- Mucosa de epitelio vaginal estratificado (Fernán-Zegarra, 2008), escamoso no queratinizado (Samuelson, 2007), presenta numerosos pliegues y su corión es

amplio, denso y papilífero en su región superficial. En la región profunda es, en cambio, muy laxa y considerada por algunos autores como una submucosa: la que permite el desplazamiento de la mucosa sobre el plano muscular y la formación de pliegues; en ella se encuentran numerosos vasos pequeños (Di Fiore, 1997).

En el epitelio de revestimiento frecuentemente se hallan células superficiales en descamación. Esta descamación se realiza siguiendo un ciclo inducido por las hormonas producidas en el ovario dependiente de la evolución de los folículos (Di Fiore, 1997) siendo muy delgado y secretor de moco en los periodos de diestro, pero durante el celo el epitelio se engruesa y al propio tiempo se queratiniza y pasada la época de celo se desprende (Fernán-Zegarra, 2008). Su relación es de tal grado que el estudio del extendido vaginal permite establecer con suficiente exactitud la fase o el día del ciclo ovárico en el momento de la toma de la muestra (Di Fiore, 1997).

- Muscular: En la zona de transición de la vagina con los cuernos uterinos (Fernán-Zegarra, 2008), predominan las fibras longitudinales y oblicuas. Las fibras circulares o anulares, más escasas, ocupan de preferencia la región interna (Di Fiore, 1997), la masa muscular no presenta separación en la oveja y marrana, en la yegua y vaca aumenta de grosor de la capa circular, además en la perra las capas musculares longitudinalmente interna y circular media se encorvan en el orificio externo, esta disposición es parecida a la gata (Fernán-Zegarra, 2008).
- Fibrosa: La mayor parte de la túnica muscular está envuelta externamente por una capa adventicia de tejido conjuntivo laxo que contiene elementos

vasculares mayores (Samuelson, 2007) que forman un rico plexo vascular (Di Fiore, 1997), y nervios que se conectan con la vagina (Samuelson, 2007); Estas terminaciones nerviosas provienen del sistema autónomo. El hímen o válvula vaginal es un repliegue de la mucosa vaginal, la túnica muscular no participa (Fernán-Zegarra, 2008).

f) Uretra femenina:

En vaca, yegua, cerda, emiten hacia la profundidad cordones o tubos parecidos a las lagunas de Morgagni de la mujer, también existen nódulos linfáticos en la mujer y vaca, las glándulas simples son ramificadas y tubulares conocidas como glándulas de Littre (Fernán-Zegarra, 2008).

g) Vulva:

El órgano más caudal y externo del tracto reproductor femenino, que está compuesta de los labios, vestíbulo y clítoris (Samuelson, 2007).

- Labios: Son pliegues cutáneos que tienen los componentes básicos del tegumento, incluyendo pelos y glándulas sebáceas y glándulas apocrinas asociadas, así como tejido laxo a denso, con una extensa red de fibras elásticas (Samuelson, 2007).
- Vestíbulo: Es el área que forma un espacio asociado a los orificios de la vagina y de la uretra, la estructura del vestíbulo es comparable al de la vagina caudal, excepto porque presenta tejido vascular y linfático más desarrollados. El vestíbulo está revestido externamente por un tejido cavernoso eréctil, que se entumece durante el estro (Samuelson, 2007).

- Clítoris: El último componente de la vulva es una parte del vestíbulo, homólogo al pene del macho que posee un cuerpo, un glande y una cubierta prepucial. El cuerpo del clítoris se compone de un tejido conjuntivo denso, que envuelve al cuerpo cavernoso (Samuelson, 2007); El cuerpo cavernoso está bien desarrollado y provisto de musculatura en las hembras de solípedos y en la mujer, en los rumiantes el tejido cavernoso es escaso, en la gata, marrana se advierten células adiposas en las trabéculas y son muy escasos en los solípedos, existiendo en mayor proporción en los rumiantes, pero en la perra la parte axial del cuerpo del clítoris está convertido en un cuerpo adiposo. En las hembras de los solípedos y en la perra existe un tabique o septo, en cambio en los otros animales se continúa con un cuerpo fibroso (Fernán-Zegarra, 2008).

Un verdadero cuerpo eréctil únicamente lo encontramos en la perra y yegua, en los rumiantes existe una envoltura conjuntiva, en la oveja contienen una red venosa, además en la yegua y perra éstas poseen una fosa del clítoris, que en la oveja y gata sólo se encuentran indicios, y en la vaca y marrana faltan por completo (Fernán-Zegarra, 2008).

h) Glándula mamaria:

Es la glándula que está compuesta de lóbulos, cada uno se constituye como una glándula túbulo alveolar compuesta, separada de las vecinas por tabiques de tejido conectivo denso con tejido adiposo, cada lóbulo tiene un conducto excretor principal llamado conducto galactóforo que desemboca separadamente en el pezón en donde se aprecia 1 orificio o meato que desemboca de los conductos galactóforos. Cada lóbulo está dividido en lobulillos por tabiques interlobulillares de tejido conectivo para rodear a cada una de las unidades secretorias (Fernán-Zegarra, 2008).

- Unidad secretora: Los alveolos y túbulos secretores que unidos conforman las unidades secretoras de la glándula mamaria se constituyen de células epiteliales cúbicas con tamaño variable de acuerdo con su estado de actividad (Samuelson, 2007); entre las células mencionadas y la membrana basal, se encuentran células mioepiteliales (Di Fiore, 1997).
- Conductos: Cada sector tiene su propio conducto lactífero, que puede dilatar durante la colecta de leche para la formación de un seno lactífero que forma una cavidad común para cada glándula. Los conductos lactíferos drenan los conductos lobares, que luego drenan los conductos lobulares; éstos a su vez dren los conductos intralobulares. Los conductos intralobulares son la porción proximal de los conductos lobulares que están revestidos por un epitelio simple cúbico; conforme los conductos lobulares se unen a los lobares el epitelio se torna cúbico de 2 capas. Estos conductos poseen una musculatura lisa orientada longitudinalmente (Samuelson, 2007).

- **Pezón:** Conforme los senos lactíferos se transforman en senos del pezón, el conducto papilar se torna a un epitelio escamoso estratificado queratinizado. Como parte de la mucosa, franjas de músculo liso circundan el ducto y ayudan a almacenar la leche hasta ser expulsada al exterior (Samuelson, 2007).

2) Machos:

El aparato genital del macho posee los testículos que son los órganos reproductivos primarios, el resto de los componentes se conocen como órganos reproductivos accesorios que comprenden el epidídimo, conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata, bulbo uretrales, pene; algunos autores incluyen el prepucio y el escroto. (Fernán-Zegarra, 2008)

a) Testículos:

Son órganos pares situados extraabdominalmente en los mamíferos en un divertículo del abdomen denominado escroto, la posición escrotal en los mamíferos es esencial para una función normal, los testículos son ovoides de superficie lisa, en las aves son órganos pares en forma de semilla alargada, situados en el extremo anterior de la cavidad abdominal, fijados contra el techo por un corto ligamento conectivo revestido de mesenterio (Fernán-Zegarra, 2008).

Éstos órganos tienen una prolongación del peritoneo llamada túnica vaginal; esta fija los testículos al escroto más, concomitantemente, los separa una cavidad serosa fina, que permite la movilidad de los testículos dentro del escroto (Samuelson, 2007).

En alpacas: La imagen histológica del testículo de la alpaca, en términos generales, es similar a la descrita para otras especies de mamíferos. Desde el punto de vista del epitelio germinal, la histología del testículo de la alpaca es similar a la que se presenta en el carnero. El túbulo seminífero de la alpaca posee un diámetro promedio de 200 micras. Las diferencias encontradas en las células de Leydig pueden representar diversos momentos funcionales (Bustinza 2001).

El parénquima testicular (testículo) está formado principalmente por túbulos seminíferos de forma más o menos cilíndricos que se hallan ubicados en forma de paquetes dejando pequeños espacios entre ellos (Bustinza 2001).

Los espermatozoides se producen en los tubos seminíferos para luego colectarse en lo que se denomina la Retetestis y finalmente se une al canal deferente que va hasta la cabeza del epidídimo. (Bustinza 2001)

b) Escroto:

Bolsa de revestimiento en los carnívoros, equinos y porcinos, además de los camélidos, mientras que en los rumiantes es un verdadero saco penduloso, su posición es inguinal, perineal o intermedia según la especie. Los testículos llegan al escroto promediando la preñez en los rumiantes; en las otras especies lo hacen pocas semanas antes del nacimiento, en los roedores de reproducción estacional los testículos vuelven a la cavidad abdominal en la estación no reproductiva (Fernán-Zegarra, 2008).

El escroto externamente está protegido por la piel (la epidermis) que es delgada con una cantidad variable de pelos, la dermis tiene numerosas células cebadas, en todas las especies el pelo es corto y fino. En los camélidos, el escroto es suave

al tacto por la existencia de las glándulas sebáceas y estar recubierto por pelos finos (Fernán-Zegarra, 2008).

El dartos, capa muscular lisa, se halla adherida a la piel, entre las fibras musculares hay tejido conectivo denso con fibras elásticas que se disponen algunas fibras musculares en cordones y pueden penetrar en la dermis de la piel, esta capa muscular regula a los testículos de los cambios de temperatura, en el carnero, además las glándulas apocrinas se activan simultáneamente cuando la temperatura alcanza los 39.5 °C. La capacidad de contracción depende de los andrógenos, ya que la misma desaparece luego de la castración (Fernán-Zegarra, 2008).

El dartos forma el tabique escrotal que divide al escroto en dos cavidades, la fascia escrotal, conocida como fascia espermática interna, es tejido conectivo denso derivado de los músculos oblicuos abdominales, la capa parietal es un saco fibroso plano apoyada por tejido conectivo denso, que se vuelve más grueso en el fondo del escroto, la hoja visceral permanece íntimamente adosada al testículo fundiéndose con la albugínea testicular (Fernán-Zegarra, 2008).

c) Túnica albugínea testicular:

Es una capa de tejido conectivo denso irregular que rodea a los testículos, posee fibras elásticas y en algunas especies fibras musculares lisas, que en los equinos es la base de las contracciones, que producen cambios en la presión en el intersticio y vasos sanguíneos (Fernán-Zegarra, 2008).

En general la albugínea es gruesa en el equino y es delgada en los rumiantes, en el borde posterosuperior la albugínea se engruesa formando el mediastino testicular de donde irradian finos tabiques que lo subdividen en varios lobulillos

piramidales o cónicos, estas trabéculas se encuentran más desarrolladas en el perro y cerdo, mientras que en el gato y los rumiantes es incompleta, la túnica albugínea es fibrosa y casi inextensible muy vascularizada en la parte central en el caballo y abundan fibras musculares procedentes del cremáster interno en el porcino; en la zona correspondiente al parénquima del carnero y perro pueden ser considerados como estrato vascular por la riqueza en vasos sanguíneos, es delgada en rumiantes(Fernán-Zegarra, 2008).

El mediastino testicular envía verdaderos tabiques en los carnívoros y cerdos, como cordones fibroconjuntivos en los rumiantes, el mediastino se encuentra bien desarrollado en el hombre, carnero, perro, en el equino es atípico poco desarrollado y otros autores insisten en que no poseen como tal.(Fernán-Zegarra, 2008)

d) Parénquima testicular:

Sistema tubular: Comprende los túbulos seminíferos y las vías seminales intersticiales; los túbulos seminíferos pueden ser descritos como glándulas tubulares altamente contorsionadas de secreción holocrina (Samuelson, 2007); en los túbulos es donde se produce los gametos masculinos o espermatozoides, cada lobulillo contienen un número variado de estos túbulos según la especie, 5 en los marsupiales, 30 en los roedores y muchos más en el toro y carnero, el grosor oscila entre 150 y 250 μ m y la longitud es muy variable, en general los testículos poseen aproximadamente de 50 a 100 túbulos seminíferos en cada lóbulo, pero en el toro se ha estimado que la longitud total tubular es de unos 5000 m, en las porciones terminales se adelgazan considerablemente para formar los tubos rectos que desembocaran en la rete testis o de Haller, la luz in

vivo se llena de líquido que transporta los espermatozoides recién formados, se mueve en parte por la presión vis a tergo (fuerza de propulsión) y por los movimientos peristálticos de las paredes de los túbulos, el espesor de los túbulos está tapizado por el epitelio estratificado denominado epitelio seminífero integrado por células germinales y no germinales, este epitelio descansa en la lámina propia (Fernán-Zegarra, 2008).

El epitelio seminífero o germinativo presenta lo siguiente:

- **Células germinales:** Son las espermatogonias, espermatoцитos de primer orden o primario, espermatoцитos de segundo orden o secundario, espermátides, espermatozoides.
- **Células de sostén, sustentaculares o de sertoli**
- **Lámina propia:** Formada por tejido conectivo. La lámina propia formada por una membrana basal con 1 ó más capas de células y material intercelular con fibras colágenas, microfibrillas puede presentarse plegadas en humanos, o en 2 estratos como el conejo, verraco o multilaminar con 8 ó 10 estratos en rumiantes con prominencias periódicas en el toro.

Los elementos celulares pueden conformar una capa única en el perro o 5 ó más como ocurre en los otros animales domésticos, las células más cercanas al túbulo se refieren a las células mioideas son de forma estrelladas con prolongaciones citoplasmáticas que contactan con las vecinas por medio de uniones estrechas o del tipo de hendiduras, lo que forman una especie de red que abraza a los túbulos seminíferos.

En el carnero adulto las células mioides son tan especializadas que su citoplasma está casi exclusivamente ocupado por filamentos, se supone que el material extracelular es sintetizado por estas células incluyendo las fibras colágenas, en el toro no existen células mioides como tales, sino que las células peritubulares no guardan un patrón estructural demasiado fijo, sucede que existe una transición gradual entre las células mioides y los fibroblastos intersticiales y entre ellas y las células de Leydig, en el toro se prefiere llamarlas células peritubulares o miofibroblastos. El tipo más similar a una célula contráctil aparece en el verraco y carnero.

Las células peritubulares están rodeados por un material de cubierta en el que se hallan embebidas fibras colágenas y elementos elásticos, las células también dan positiva la reacción para la fosfatasa alcalina.

Las capas más externas de la lámina propia son células bastante indiferenciadas parecidas a fibroblastos, que se encargan de reemplazar a las células más internas, los peritubulares dependen tanto de su estructura como en su función del nivel de andrógenos de la sangre, los filamentos otorgan capacidad contráctil a la propia de lo que dependerá el movimiento del líquido tubular, en el mecanismo de espermiación, las células derivan del mesenquima y se diferencia muy temprana en la vida fetal(Fernán-Zegarra, 2008).

El epitelio seminífero comprende:

Las células de Sertoli o sustentaculares: Es una célula de soporte que se extiende desde la lámina basal hasta el lumen tubular, como un grupo, ocupa la mayoría del volumen del epitelio seminífero (Samuelson, 2007).

En el carnero las células de sostén al tiempo del nacimiento son relativamente numerosas 10 veces más que los gonocitos, aumenta por mitosis hasta la pubertad, el núcleo se localiza en la periferia, es de cromatina densa y un nucléolo bien manifiesto, el citoplasma se extiende hacia el centro de los cordones sexuales, dicha apariencia se mantienen hasta la espermatogénesis del adulto y están bajo el control directo de las gonadotropinas hipofisiaria, en la pubertad los cordones sexuales son poblados por espermatoцитos de primer orden y simultáneamente cesan la mitosis de las células de sostén, estas se diferencian en típicas células de Sertoli (Fernán-Zegarra, 2008).

El núcleo de las células de Sertoli es oval, mas puede ser variablemente recortado y proyectado en dirección a la lámina basal (Samuelson, 2007). En el túbulo postpuberal las células de Sertoli se ubican en la lámina basal, sobre la propia al igual que algunas de las espermatogonias, sus límites celulares son muy irregulares debido a las numerosas prolongaciones citoplasmáticas que posee, que logran rodear a todas las células germinales del epitelio, excepto a las espermatogonias que apoyan directamente sobre la lámina basal (Fernán-Zegarra, 2008).

Las células de Sertoli se mantienen unidas por complejos de unión, ocurren a nivel de la porción basal de las mismas y ofrecen fuerte unión, tipo ocluyente en las porciones más apicales, estas uniones son la base estructural de la Barrera

Hematotesticular, considerada como una barrera fisiológica. (Fernán-Zegarra, 2008)

Células germinales: La espermatogonia es la célula espermatogénica que dará origen al resto de la población celular (Samuelson, 2007); representan fases diferentes en el proceso de formación del espermatozoide, orientándose las más jóvenes cerca de la membrana basal y las más diferenciadas cerca de la luz tubular(Fernán-Zegarra, 2008).

La cinética del epitelio germinal se llama espermatogénesis, parece seguir un curso ondulante o por oleadas las fases no son iguales en todos los planos transversales de cada canalículo testicular, la duración del ciclo se estima en general aproximadamente en 19-20 días (Fernán-Zegarra, 2008).

- e) Vías seminales intratesticulares: Para llegar los espermatozoides liberados al epididimo tiene que pasar por los tubos rectos, estos están revestidos de células de Sertoli modificadas, sentadas en la lámina basal que es muy plegada por las numerosas fibras colágenas y células mioideas, en los rumiantes son relativamente largos, en el verraco muy cortos, en los tubos rectos hay la presencia del tapón celular formada por las células sertolianas modificadas que se especula que impide el reflujo del líquido tubular actuando como válvula, en el equino es muy corto y no se describe un tapón pero si una constricción muy marcada.(Fernán-Zegarra, 2008)

Los tubos rectos en el toro tiene una porción proximal, una media y otra distal, en el carnero y caprino en una proximal y una media, en los carnívoros, equinos solo una porción media, el epitelio de estas porciones es en el proximal o receptáculo simple cúbico bajo, en el segmento terminal es cilíndrico y cúbico,

en el distal el epitelio es muy plegado, estos descansan sobre la membrana basal gruesa en los rumiantes y delgada en el cerdo, el epitelio tienen capacidad fagocitaria.

RETE TESTIS: Aquí desembocan los tubos rectos, una red de canales anastomosados parecido a un laberinto que recibe, a través de los túbulos rectos, al espermatozoide inactivo producido por los numerosos túbulos seminíferos. Esta porción de ductos intratesticulares posee un fluido testicular para mantener temporalmente al espermatozoide (Samuelson, 2007), la composición de los líquidos es diferente al de los túbulos seminíferos, tienen proteínas distintas. El epitelio va desde plano a cilíndrico, en el toro es cilíndrico pseudoestratificado, hay un 25% de células como linfocitos y macrófagos (Fernán-Zegarra, 2008).

- f) Intersticio testicular: Es el tejido conectivo muy laxo, con escasos fibroblastos y fibras, se encuentra entre el sistema tubular y por donde pasan vasos y nervios que nunca penetran en los túbulos seminíferos, lo más destacado es la presencia de las células de Leydig, considerados como una glándula endocrina difusa, a diferencia de las clásicas, no se desarrolla a partir de la superficie epitelial, sino de células mesenquimatosas, son células grandes sobre todo en el toro y muy abundantes en el cerdo, gato, equinos, miden entre 20 y 30 μ m de forma poliédrica con 1 ó 2 núcleos excéntricos esféricos u oval con 1 ó 2 nucléolos, de citoplasma muy abundante, con el M.E. tiene numerosas mitocondrias de tipo globular, aparato de golgi diseminados por el citoplasma, RER escaso, REL muy desarrollados. (Fernán-Zegarra, 2008)

En los animales domésticos no se han descrito los cristales de REINKE como en el humano, hay concentraciones elevadas de colesterol (Fernán-Zegarra, 2008).

En el perro las células de Leydig son raras y aparecen en las regiones al intersticio más esparcidos, se describen en este animal células intermedias entre las células de Leydig y las mioides peritubulares, representan el 15% del volumen testicular total ; en los rumiantes las agrupaciones se encuentran esparcidas entre la gran cantidad de tejido conectivo laxo pobre en capilares. En los camélidos, las células de Leydig se encuentran formando masas grandes y cordones alargados, en el verraco está casi repleto de paquetes y representa el 35%, en el equino es abundante pero no tanto como el cerdo, las células de Leydig en el toro es 7% del volumen total del testículo, en el verraco adulto y el caballo es más de 20% del tejido testicular (Fernán-Zegarra, 2008).

Las células de Leydig secretan andrógenos (testosterona) son esteroides. Las células de Leydig además mantienen un intenso intercambio metabólico con las células de Sertoli (Fernán-Zegarra, 2008).

Epidídimo: Presenta 3 partes, cabeza, cuerpo y cola, se halla rodeado por la serosa por debajo existen capsula fibrosa gruesa la albugínea epididimaria, en algunas especies haces de fibras musculares discurren entre el conectivo en equinos, la albugínea emite tabiques incompletos que se adelgaza a medida que se profundiza. El epidídimo mide aproximadamente 7 metros de longitud; en los Carnívoros y en los Equino 72-81 m, Toro 40-50 m, en los Ovinos y Caprinos 47-52 m, Verraco 17-18 m (Fernán-Zegarra, 2008).

El epidídimo aloja al espermatozoide, que continúa inactivo dentro del tracto reproductivo masculino, y produce su propia sustancia, sustituyendo al fluido

testicular formado por la Rete testis (Samuelson, 2007); el epitelio del epidídimo, segrega glicerofosfato de colina, un probable inhibidor de la capacitación de los espermatozoides, estas células epiteliales fagocitan los cuerpos residuales y reabsorben el fluido (Fernán-Zegarra, 2008).

Desde la rete testis los espermatozoides van al epidídimo por medio de conductillo eferentes que varían de una especie a otra pero en general oscila de 13 y 20 en los mamíferos domésticos, en el toro tiene un diámetro de 170 y 400 μ , tapizados por epitelio cilíndrico con cilios, en el equino es pseudoestratificado con esterocilios, el equino y el perro tiene grandes inclusiones cristaloides de significado desconocido asentados en la lámina propia con fibras musculares lisas, se señala que aproximadamente los 2/3 proximales están involucradas en el proceso de maduración y el tercio distal al almacenamiento, funcionalmente los cambios que sufre el espermatozoide en el segmento inicial y medio recibe el nombre de maduración espermática, es la adquisición de capacidad fecundante, pero solo se completará en el mismo tracto genital femenino, fenómeno terminal conocido como capacitación espermática (Fernán-Zegarra, 2008).

En la cola del epidídimo, se secreta un factor que estimula la adquisición del movimiento de traslación o progresivo (FMP) este factor se encuentra en el plasma seminal, es una glucoproteína que sería responsable del aumento del AMP cíclico de los espermatozoides (Fernán-Zegarra, 2008).

Las células seminales, permanecen en reposo en el epidídimo, gracias al medio ligeramente ácido que allí se origina (hasta 40-50 días) y luego se incrementa la maduración por el movimiento y la capacidad de resistencia frente a las

influencias del medio, la dilución del líquido seminal en el moco que segrega la vagina de la hembra en celo, estimula posteriormente su motilidad (Fernán-Zegarra, 2008).

g) Conducto deferente: La parte final del epidídimo continúa en el conducto deferente (Samuelson, 2007); el epitelio es pseudoestratificado ciliado apoyado sobre la membrana basal y la lámina propia de tejidos conectivo rico en fibras colágenas, capilares, fibrocitos, luego viene la capa muscular, en el perro existe capa muscular externa e interna longitudinalmente y una media circular, en el carnero varias capas entremezcladas en diferentes sentidos, recubierta por la serosa. Los conductos deferentes, se dilatan para formar ampollas, que en el gato carecen de ampollas y las glándulas ampollares están poco desarrollados en el verraco, estas ampollas en los equinos y el hombre forma un engrasamiento fusiforme, en el extremo del conducto se forma mediante un abundante depósito de complejos glandulares tubuloalveolares en la lámina propia, el epitelio es cilíndrico en los ungulados y caninos, el tejido glandular es escaso y solo bien desarrollado en el gato, falta el abultamiento fusiforme en los rumiantes, el epitelio es poliestratificado en el caprino y muestra solamente este animal depósitos grasos. (Fernán-Zegarra, 2008)

h) Glándulas anexas:

- **Glándulas vesiculares:** Los carnívoros y camélidos y las aves no tienen, el aspecto de vesículas, solo se aprecia en el equino, en los demás es un tubo largo y delgado son compactos y lobulares, en el cerdo y rumiantes, internamente está tapizado por epitelio simple cilíndrico o pseudoestratificado formando pliegues, asentados en el tejido conectivo laxo muy vascularizado,

en el caballo en el interior de los pliegues se aprecian fibras musculares lisas, la túnica muscular puede tener 2 ó 3 capas y la dirección de sus fibras quedan entrecruzadas según las especies.

En el macho cabrío es mucho mayor la altura durante la época de apareamiento.

Las células secretorias son columnares, alternadas con células basales ocasionales que pueden tener gotas lipídicas, las secreciones liberadas pueden tener altas concentraciones de azúcares, los ductos secretores se componen de epitelio simple cilíndrico a cuboide simple (Samuelson, 2007); está compuesto por fructuosa, inositol, ergotioneina, ácido cítrico, esta secreción glandular protege al espermatozoide favoreciendo su movilidad. La secreción es gelatinosa, blanca o blanco amarillento y representa un 30% del eyaculado total de un toro, de 10 a 30% el verraco, 7 a 8% en ovinos y caprinos (Fernán-Zegarra, 2008).

· **Glándula Prostática:** Las aves no la tienen, en los rumiantes y cerdo como también en los camélidos, se hallan diseminadas en forma de manto o placa por lo que se llama próstata diseminata, en el caballo, carnívoros, se forma como anillo se llama próstata anular, es de tipo túbulo alveolar compuesta y hay grupos de glándulas periuretrales, submucosa y principales, tiene una capsula fibroelástica con fibras musculares lisas, el parénquima glandular es de luz irregular tapizado de epitelio cúbico o cilíndrico, algunos alveolos contienen unos corpúsculos eosinófilos (corpora amilácea) que aumenta con la edad y puede calcificarse (Fernán-Zegarra, 2008), las células secretoras, así como los conductos celulares, son cuboides o levemente cilíndricos, existen

células basales ocasionales, la secreción es serosa a seromucosa (Samuelson, 2007), un líquido lechoso, alcalino que es eliminado antes de la eyaculación, su función es neutralizar plasma seminal que se acidifica por la acumulación de anhídrido carbónico metabólico, este líquido contiene sustancias inorgánicas y orgánicas como proteínas, prostaglandinas, enzimas, representa el 5% del volumen total del eyaculado en rumiantes, del 25 al 30% en el caballo, de 35 a 60% en el verraco (Fernán-Zegarra, 2008).

· **Glándula Bulbouretral o de Cowper:** El perro y las aves no tienen, es glándula compuesta tubular en el verraco, gato, macho cabrío, túbulo alveolar en el caballo, toro, carnero. La capsula es fibrosa en el toro, fibromuscular en los demás animales, en los tabiques conjuntivo interlobulares existen muchas fibras musculares lisas y son estriadas en el caballo (Fernán-Zegarra, 2008).

Las células secretoras son cilíndricas altas, se encuentran células basales ocasionales, la secreción es predominantemente mucosa; el sistema de conductos está presente, comenzando con epitelio cúbico simple a cilíndrico que reviste los conductos pequeños y terminan en conductos mayores revestidos por epitelio pseudoestratificado cilíndrico que fluye en uno o más conductos bulbouretrales principales (Samuelson, 2007).

La secreción es sialomucoprotéica, en los rumiantes más fluida y proteínica, en el verraco es mucosa parece que interactúa con algunas proteínas, es viscosa para formar un gel elástico que sería el tapón cervical e impediría el reflujo del esperma, en el gato además contiene glucógeno; segregan de 15 a 30% en el verraco, estas secreciones contienen además galactosa y ácido siálico (Fernán-Zegarra, 2008).

- i) Uretra: Como parte del sistema del conducto excretor del sistema urinario, la uretra conecta la vesícula urinaria con la superficie del cuerpo, terminando en el prepucio (Samuelson, 2007).

En la pared dorsal de la porción pelviana, encuentra una eminencia redondeada el COLICULO SEMINAL en esta eminencia desemboca los conductos eyaculadores en el caballo, rumiantes (conductos deferentes y de las glándulas vesiculares fusionados) en los carnívoros es por separado como también en el verraco, en los rumiantes y caballo la porción terminal de la uretra se denomina PROCESO URETRAL el cual sobresale en mayor o menor grado del glande peneano, la luz esta revestida de epitelio de transición o plano estratificado y en el caballo rodeado por tejido eréctil bien desarrollado, siendo en las demás especies muy rudimentario, el proceso está recubierto por una mucosa cutánea. Así mismo los Camélidos presentan los procesos Uretrales que salen del glande que tiene la forma de gancho curvo, en el padrillo, rumiantes, está cubierto por membrana cutánea y epitelio de transición o escamoso estratificado, el caballo contiene tejido eréctil muy desarrollado, en los caninos, macho cabrío, contienen pequeños espacios cavernosos y 2 cordones de fibrocartílagos paralelos a la uretra. Sobresale completamente en el caballo, ovino, caprino 40 cm, incompletamente en el toro 25mm(Fernán-Zegarra, 2008).

- j) Pene: Funciona como un compartimiento de salida para la excreción de orina y para la deposición del espermatozoide en el respectivo sistema reproductivo femenino (Samuelson, 2007), en la vagina (rumiantes y carnívoros) en el cuerno uterino (porcinos, equinos)(Fernán-Zegarra, 2008). Por lo tanto, en los machos, esta estructura puede ser considerada como parte tanto del sistema urinario

como del sistema reproductor. A pesar de que está compartido para ambos sistemas, está estructurado para la cópula y eyaculación del semen; por esta razón, la mayor parte del pene consta de un tejido eréctil requerido para la copulación (Samuelson, 2007).Consta de:

- **Cuerpo:**Rodeado en una túnica albugínea de tejido conectivo denso e irregular de una dureza considerable, en el verraco es bastante gruesa y en el toro se ordena en 2 capas circular interna y longitudinal externa, desde la albugínea se originan trabéculas que forman un tabique sagital, se halla interrumpida por numerosas hendiduras en todas las especies excepto en el perro, en éste el tabique se continua distalmente en el hueso peneano(Fernán-Zegarra, 2008).

En el toro a partir de la flexura sigmoidea, la túnica albugínea sufre un engrosamiento dorsal para formar el ligamento dorsal apical que en el trayecto terminal se independiza y solo se relaciona por tejido conectivo laxo, las trabéculas tienen fibras elásticas y fibras musculares lisas, estas trabéculas se ramifican y anastomosan que delimitan las cavernas denominadas cuerpos cavernosos ocupada por tejido eréctil, en el caballo y los carnívoros el tejido eréctil consta de cavernas revestidas por endotelio con numerosas fibras musculares lisas y escaso tejido conectivo, en los rumiantes y el cerdo el tejido eréctil consta de endotelio que se apoya sobre escasas o ninguna fibra muscular, por esta estructura se pueden clasificar en 3 tipos de pene en los mamíferos:

- Tipo músculo cavernoso: con cuerpos cavernosos bien desarrollados con numerosas fibras lisas (hombre, caballo), llamado también pene vascular en el caballo predomina el músculo liso.
- Tipo fibroso: Abundan elementos conectivos haciendo inextensibles el aumento de tamaño durante la erección, la rigidez al órgano es fuerte y el incremento de su longitud es independiente (flexura sigmoidea) y en contraposición al anterior tiene un glande muy pequeño (rumiantes, cerdo). En este pene predominan tejido conectivo rico en fibras elásticas con pocas musculares. En los Camélidos también es fibroelástico. En esta especie, se observa, en su extremo apical, la forma de un gancho curvo.
- En animales que aparece una mayor evolución que garantizan una mayor rigidez durante la cópula, la porción del cuerpo cavernoso que se encuentra recubierta por el glande se osifica como el perro, gato y varias especies salvajes. Este pene se conoce como intermedio en donde tanto el músculo liso, como el tejido conectivo ocupan los espacios entre los vasos cavernosos. En este caso el hueso peneano es cuando los tendones centrales de ciertas clases de músculos tienden a osificarse, es un hueso llamado Baculum en donde se encuentra la abertura del pene, además se encuentran en los murciélagos, roedores, cetáceos y algunos primates.(Fernán-Zegarra, 2008)

- Uretra peneana:

Corre por el surco ventral delimitando por los cuerpos cavernosos rodeado por tejido eréctil, es decir, cuerpo esponjoso que luego va a formar al glande, en el toro es el tejido eréctil más desarrollado que los cuerpos cavernosos y más fibras musculares lisas(Fernán-Zegarra, 2008).

- Glande:

Sólo el caballo y el perro poseen glande desarrollado revestidos de epitelio plano estratificado, sin pelos ni glándulas, la mucosa de tipo cutáneo que reviste el glande presenta en el equino y macho cabrío algunas papilas fungiformes o conoides con una capa más o menos gruesa que se apoyan sobre un tejido conectivo sumamente papilar rico en terminaciones nerviosas sensoriales, por debajo de ella se halla el tejido eréctil semejante al cuerpo esponjoso, en el caballo, o plexos de grandes senos venosos como el perro(Fernán-Zegarra, 2008).

La túnica albugínea está compuesta de fibras colágenas y elásticas, es delgada y emite trabéculas para el tejido eréctil, el glande nunca alcanza un grado de erección como el resto del órgano.En el perro el glande es grande y tiene 2 partes, el bulbo del glande rodea al extremos caudal del hueso, compuesto de senos venosos separados por trabéculas de tejido conectivo elástico, y la parte longa un ensanchamiento súbito del glande forma la corona del mismo y presenta un revestimiento de papilas cilíndricas, en el toro es poco desarrollado.(Fernán-Zegarra, 2008)

· Prepucio:

Una pequeña porción anterior del cuerpo del pene, así como el glande se sitúan en un repliegue tubular de la piel que es el prepucio, el resto del órgano se halla sujeto a la pared abdominal (fascia superficial y profunda) cubierta de piel. La capa externa es piel con numerosas glándulas sebáceas que en el orificio prepucial se relaciona con los pelos largos (cerdas de los rumiantes y verraco) en todas las especies hay pelos finos y glándulas sebáceas y sudoríparas.

En el corión prepucial de rumiantes, perro, hay numerosos nódulos linfáticos y terminaciones nerviosas, en el gato la piel que recubre el glande presenta numerosas papilas queratinizadas le da un aspecto espinoso. En el verraco existe una evaginación dorsal del prepucio (divertículo prepucial) suele alojar células epiteliales descamadas y orina residual (Fernán-Zegarra, 2008).

En el perro factores adicionales, se agregan para la erección del pene, éste erecto es capaz de lograr la intromisión de la vagina pero luego se produce la contracción del músculo vulvar por detrás del bulbo del glande lo que hace imposible el desacople inmediato luego de la eyaculación (Fernán-Zegarra, 2008).

Plasma seminal:

En animales del tipo uterino: Se caracteriza por un elevado contenido electrolítico, escasa capacidad tampón, gran riqueza en azúcares, elevada dotación enzimática, por lo que poseen capacidad fecundante, tiempo de conservación in vitro y posibilidades de dilución.

Los de tipo vaginal: Tienen intensa hipercinesis, escasa posibilidad de supervivencia y gran capacidad fecundante y propiedades de tampón limitadísima(Fernán-Zegarra, 2008).



2.2 Antecedentes de investigación:

2.2.1 Revisiones de tesis universitarias:

TERROBA, J. (1985). “Estudio preliminar histopatológico de ovarios, oviductos y úteros de alpacas (*Lama pacos*) descartadas por infertilidad”. El presente trabajo de investigación estuvo orientado a determinar las causas de infertilidad, mediante el Estudio Histopatológico de ovarios, oviductos y úteros (cuernos uterinos y cérvices) de 30 alpacas hembras de las Razas Suri y Huacaya, escogidas al azar de un total de 300 alpacas hembras descartadas por infertilidad después de dos o más campañas de empadre; provenientes de un estudio general sobre infertilidad en 900 animales de la Cooperativa Agraria de Trabajadores “Gigante” Ltda. del Departamento de Puno.

Encontrándose:

- a. Quistes ováricos 79.99% tipificados como:
Quistes foliculares 53.33%, Cuerpos lúteos quísticos 23.33% y Ovario poliquístico 3.33%
- b. Hipoplasia ovárica unilateral derecha 3.33% y bilateral 6.66%
- c. Adherencia ovárica acompañada con salpingitis 3.33%
- d. Tumor ovárico tipificado como Arrenoblastoma 13.33%; así como también el hallazgo de un caso considerado histológicamente normal que representa el 3.33% de las observaciones.

OBANDO A. (1992). “Complementación al estudio anatomo-histológico del testículo de la alpaca (*Lama pacos*)”. En 8 alpacas de diferentes edades y 40 muestras de testículos frescos, se describe la anatomía e histología testicular.

Los testículos están alojados en la región perineal a 9 ± 0.5 cm por debajo del ano; su eje mayor es oblicuo y se dirige ventrocaudalmente, presenta dos caras, dos bordes y dos extremidades.

La longitud (cm) de los testículos fue de 1.07 ± 0.18 ; 2.22 ± 0.37 ; 3.16 ± 0.25 ; 3.94 ± 0.35 ; los pesos (gr) fueron 1.14 ± 0.26 ; 3.89 ± 1.05 ; 6.79 ± 1.10 ; 12.26 ± 2.14 para crías, un año, dos años y adultos respectivamente.

La albugínea testicular emite tabiques incompletos al interior del parénquima; el epitelio germinativo consta de varios estratos de células espermatozógenas. En crías los túbulos no están constituidos, sólo hay cordones sexuales. Los túbulos rectos se forman paulatinamente a partir de la rete testis. La rete testis se prolonga fuera del testículo perforando la cabeza del epidídimo para formar sacos terminales.

El epidídimo es un órgano alargado adherido al testículo; su longitud varía desde 2.23 ± 0.35 ; 4.34 ± 0.36 ; 5.53 ± 0.39 ; 6.40 ± 0.54 cm para crías, un año, dos años y adultos respectivamente.

Recibe los conductos eferentes de origen extratesticular y continúa en su extremidad opuesta con el conducto deferente. El conducto epididimario en el adulto presenta un epitelio pseudoestratificado que disminuye el grosor hacia la cola del epidídimo; en crías se observa la presencia de glándulas intraepiteliales.

El conducto deferente presenta dos porciones, la intraabdominal y la extraabdominal, su longitud es de 19.75 ± 0.35 ; 36.38 ± 1.12 ; 39.62 ± 2.38 ; 40.65 ± 1.91 cm para crías, un año, dos años y adultos respectivamente.

Presenta un epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado al inicio y luego desaparece.

ORTIZ DE ORUÉ E.(1992). “Complementación al estudio anatomo-histológico del pene de la alpaca Huacaya (Lama pacos)”. Se describió Macro y microscópicamente la anatomía e histología del pene de la alpaca en los Laboratorios de Anatomía e Histología de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando 8 alpacas machos. Mediante el método descriptivo para el estudio anatómico y exámen de cortes histológicos, para profundizar mejor los aspectos fisiológicos reproductivos, clínicos zootécnicos y otras áreas de las ciencias veterinarias.

Aspecto macroscópico: El prepucio en la alpaca es una invaginación cilíndrica, que aloja al glande y posee tres capas. La raíz del pene es fibroelástica, formado por dos pilares de tipo fibroelástico que constituyen la porción fija del pene y está sujeta por dos ligamentos suspensorios del pene. El cuerpo cavernoso del pene en su porción inicial presenta un septo medial; el cuerpo cavernoso de la uretra posee numerosos espacios y trabéculas finas y el cuerpo cavernoso suburetral encapsula al conducto uretral. La flexura sigmoidea no es manifiesta en crías, pero si a partir del primer año de edad y es preescrotal. La porción caudal del glande está demarcada por un anillo, en su porción anterior presente dos procesos uno largo y uno corto de consistencia dura. La uretra peneana presenta pliegues longitudinales y surcos irregulares. Los músculos que participan en la cópula son los siguientes: Dos isquiocavernosos, dos bulbocavernosos, dos retractores del pene, dos

transversos del perineo, dos protractores del prepucio y de 12 a 14 músculos retractores del prepucio.

Aspecto microscópico: El prepucio presenta tres capas: La externa constituida por epidermis y dermis. La interna formada por tejido linfoide, carece de folículos pilosos y la visceral formada por una delgada epidermis. La adherencia pene prepucial tiene los epitelios fusionados con tres capas. La capa basal del proceso peneano, la capa media y la capa basal del prepucio. El desprendimiento de las adherencias tiene signos de muerte celular, núcleos pignóticos e hialinización. El proceso peneano, presenta epitelio estratificado plano queratinizado cartílago hialino, vasos sanguíneos y nervios. El proceso uretral, contiene al conducto de la uretra y está formado por los epitelios visceral y parietal que están fusionados; a los dos años estos epitelios quedan separados.

El cuerpo del pene está constituido por: Cuerpo cavernoso del pene, que en su porción inicial está dividido por un tabique medio. El cuerpo cavernoso sub-uretral, que envuelve el conducto uretral. El cuerpo cavernoso uretral, de forma semi-lunar con numerosos senos venosos. Conducto uretral, tapizado por epitelio estratificado no queratinizado, que proyecta festones hacia la luz uretral.

PEÑA, E. (1994). "Complementación al estudio anatomo-histológico de las glándulas accesorias del aparato reproductor de la alpaca macho". En los laboratorios de Anatomía e Histología y Embriología de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando 4 animales formolizados de alpacas procedentes de la CAP Tupala del Distrito de Pizacoma de la provincia de

Chucuito se hizo la descripción Anatómica, y luego el estudio histológico utilizando 4 alpacas y 40 muestras de órganos reproductivos de animales procedentes del centro poblado de Laraqueri del Distrito de Pichacani, provincia de Puno, ambos del departamento de Puno.

En la alpaca no existe la vesícula seminal. La ampolla del deferente es fusiforme y similar a las demás especies domésticas. La próstata tiene dos porciones; la compuesta que es firme, tiene forma de pajar, pesa 4.6 gr, mide 3.4 cm de longitud por 2 cm de ancho, está situada dorsalmente y en la porción inicial de la uretra pélvica, se continúa con la porción difusa que está diseminada y empotrada en el músculo uretral. Las bulbouretrales son 2 órganos dispuestos simétricamente en la porción final de la uretra pélvica y cerca al arco isquiático; son compactos, cubiertos por los músculos bulbo-glandulares y desembocan en la raíz del pene en un saco ciego.

Todas las glándulas accesorias histológicamente, son túbulo-alveolares ramificados; en la ampolla del deferente, sus células epiteliales varían de cubicas a biestratificadas, que desembocan por un conducto especializado. La próstata compacta es rica en fascículos de miocitos glabros, presenta un espacio colector central y conductos, cuyos epitelios son secreto-excretores. Los acinis de la próstata difusa y los bulbouretrales, están constituidos por células serosas y mucosas. Los conductos de las bulbouretrales son: el intercalar, el intraglandular, el colector y el principal que desembocan en la uretra peneana.

COLQUE, R (2001) “Estudio macro y microscópico de ovarios y folículos en Alpacas (*Vicugna pacos*) en diferentes edades, CAYLLOMA- AREQUIPA” Fue

necesario conocer macro y microscópicamente los ovarios, con el objetivo de determinar las diferentes estructuras anatómicas encontradas in situ y al microscopio. El mismo que se realizó durante los meses de diciembre 2001 a octubre 2002, en los centros de beneficio de la provincia de Caylloma departamento de Arequipa. Se utilizaron 23 alpacas hembras agrupadas en tres edades (3 crías, 2 tuis y 18 adultas), de las cuáles se les extrajo los ovarios en el momento del sacrificio y se procedió a su preservación en frascos con formol al 10%, teniendo en cuenta las características macroscópicas para luego ser llevadas al laboratorio encontrando los siguientes resultados.

Macroscópicamente: Los ovarios son en número de dos, que se encuentran ubicados en el suelo de la cavidad pélvica suspendidos por el ligamento ancho; presentan una superficie que va desde lisa en crías y tuis hasta irregulares en adultas. El tamaño de los ovarios aumenta a medida que avanza la edad del animal.

Microscópicamente: Los ovarios de las crías presentan gran cantidad de folículos primordiales en toda la zona cortical (total 98,631 de las cuales 53073 – 53.8% en OD y 45558 – 46.2% en OI). En tuis se observa un total de 58,826 de las cuales 20253 – 34.4% folículos primordiales en el OD y 38572 – 65.6% en OI. En adultas total 15.448 de las cuales 7037 – 45.6% folículos primordiales en OD y 8411 – 54.4% en OI. Se pudo observar que esto va disminuyendo a medida que avanza la edad del animal: de crías a tuis 61.8% en el OD y 15.3% en OI; de tuis a adulta 65.3% en OD y 78.2% en OI; de cría a adulta 86.7% en OD y 81.5% en OI. Sólo se observan folículos en vías de crecimiento en toda la

zona cortical de las tuis y adultas, llamando la atención mayor hiperplasia
tecal cortical.



III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1 Materiales:

3.1.1 Localización del trabajo:

a) Localización Espacial:

Ciudad de Arequipa, provincia de Caylloma, en el pueblo de Callalli.

- Datos geográficos:

Altura aproximada de: 3800 m.s.n.m.

Latitud sur: $15^{\circ} 33'$

Longitud oeste: $71^{\circ} 45'$

- Datos Geoclimáticos:

Clima templado subhúmedo

Temperaturas máximas: 21°C promedio anual

Temperatura mínima: 10.6°C promedio anual.

Las precipitaciones son de régimen estacional y ocurren entre Enero y Marzo con promedios anuales entre 226 y 560 mm.

La humedad relativa promedio anual es de 48%

FUENTE: Proyecto del Convenio UNSA – INDECI Enero del 2002

Google Earth

b) Localización Temporal: A la realización experimental del proyecto se le calculó una duración aproximada de 3 meses.

3.1.2 Materiales biológicos:

Alpaca (*Vicugna pacos*), específicamente el uso de muestras de órganos reproductivos internos y externos previamente procesados para su posible observación al microscopio.

3.1.3 Materiales de laboratorio:

- Microscopio óptico eléctrico
- Micrótopo
- Recipientes estériles
- Batería de tinción de muestras de HE
- Bandeja para agua tibia
- Láminas portaobjeto
- Láminas cubreobjeto
- Formol
- Xilol
- Parafina
- Bálsamo de Canadá
- Batería de alcoholes para la deshidratación e hidratación
- Equipo de inclusión de muestras
- Cajas de transporte
- Frascos de vidrio

3.1.4 Materiales de campo:

- Protocolo de toma de muestras
- Guantes
- Recipientes estériles para recolección de muestras

- Etiquetas para la identificación de los recipientes
- Mameluco
- Botas de jebe
- Formol 15%
- Bisturí
- Tijeras
- Pinzas

3.1.5 Equipos y maquinaria:

- Cámara fotográfica digital
- Vehículo de transporte
- Computadora

3.1.6 Otros materiales:

Materiales de escritorio

- Cuaderno de apuntes
- Lapicero
- Lápiz
- Borrador

3.2 Métodos:

3.2.1 Muestreo:

a) Universo:

10 animales hembras y 10 machos

b) Tamaño de la muestra:

La totalidad de las muestras (100%) se obtuvieron en hembras de 10 muestras de ovario, 10 muestras de trompas uterinas, 10 muestras de útero, 10 muestras de vagina; en machos de 10 muestras de testículo, 10 muestras de epidídimo, 10 muestras de conductos deferentes, 10 muestras de próstata, 10 muestras de glándulas bulbouretrales, 10 muestras de pene.

c) Procedimiento del muestreo:

La elaboración de las láminas histológicas se llevará a cabo en el laboratorio de Patología del doctor Rolando Nuñez.

La Técnica Histológica abarca varios procedimientos a los que se somete un tejido para proporcionar los cortes como se conocen, montados bajo un cubre objeto con imágenes de estructuras contrastadas, para su estudio bajo microscopía óptica. Para la obtención de cortes para observar a microscopio, hay que seguir un protocolo en el que se incluye la obtención de la muestra, su corte y montaje.

1. Para empezar con la técnica histológica se debe obtener una muestra del tejido.

2. **Fijación:** Este proceso se refiere al tratamiento del tejido con sustancias químicas, de manera que mantenemos las células con las propiedades intactas lo mejor posible. Esto se logra al inactivar ciertas enzimas celulares que de otra manera iniciarían la autólisis y llevarían a la DEGENERACIÓN POST MORTEM. La fijación mantiene las estructuras al estimular la formación de enlaces cruzados entre las proteínas. Para esto se utiliza formol al 10%.

3. **Lavado:** Se hace para eliminar el exceso de fijador, de manera que podamos luego hacer la inclusión sin interferencia por parte del fijador. Existen medios de inclusión que son hidrófobos y precisan de la eliminación de agua en la muestra. Tenemos pues que hacer una deshidratación. Debido a que una gran parte del tejido está constituido por agua, se aplica una serie gradual de soluciones acuosas de menor a mayor grado de agente deshidratante, por ejemplo, Alcohol Etílico o Acetona. Iniciando con alcohol al 0,5%, luego con una solución de 10%, 20%... 80%, 90%, 95% y alcanzando de manera paulatina el alcohol al 100 % para eliminar el agua. Esto se hace porque si se colocara el tejido en una solución al 100% de alcohol inmediatamente, el agua saldría muy rápida del tejido y se deformaría.

4. **Aclaramiento o diafanización:** Luego de deshidratar el tejido, se pasa a una solución de una sustancia que es miscible tanto con el alcohol como con el medio de inclusión a utilizar (en la mayoría de los casos se utiliza como medio de inclusión Parafina líquida). La sustancia

comúnmente utilizada es el Xileno o Xilol. De la misma manera se coloca la muestra de tejido en un recipiente de Xilol, que solo es soluble en alcohol al 100%. Se llama aclaramiento ya que el tejido se torna transparente o claro en el xileno, esto se debe a que cambia su índice de refracción. También se pueden utilizar Tolueno, Benzol o Cloroformo como medios de aclaramiento.

5. **Inclusión:** La inclusión se logra al infiltrar la parafina líquida o cualquier medio de inclusión en estado líquido al tejido, que disuelve el medio de aclaramiento y penetra en el tejido. Por lo general se coloca la muestra de tejido en un recipiente y se le agrega la parafina fundida a 60° C, colocando la muestra en una estufa de 30 minutos a 6 horas manteniendo la temperatura a 60° C. Debido al calor, el xilol o el benzol se evaporan y los espacios anteriormente ocupados por ellos son ahora ocupados por la parafina. Después se coloca la pieza y un poco de parafina fundida en un molde de papel o metal de forma rectangular y se deja solidificar a temperatura ambiente, formándose un bloque sólido de parafina con el trozo de tejido incluido, a este bloque se le denomina Taco.

6. **Corte:** El taco ahora se puede cortar en secciones lo suficientemente delgadas como para permitir el paso de la luz. La mayor parte de los preparados para microscopía óptica tienen un grosor entre 5 a 10 micrómetros. Para estos cortes se utiliza un aparato llamado MICROTOMO, con cuchillas de acero.

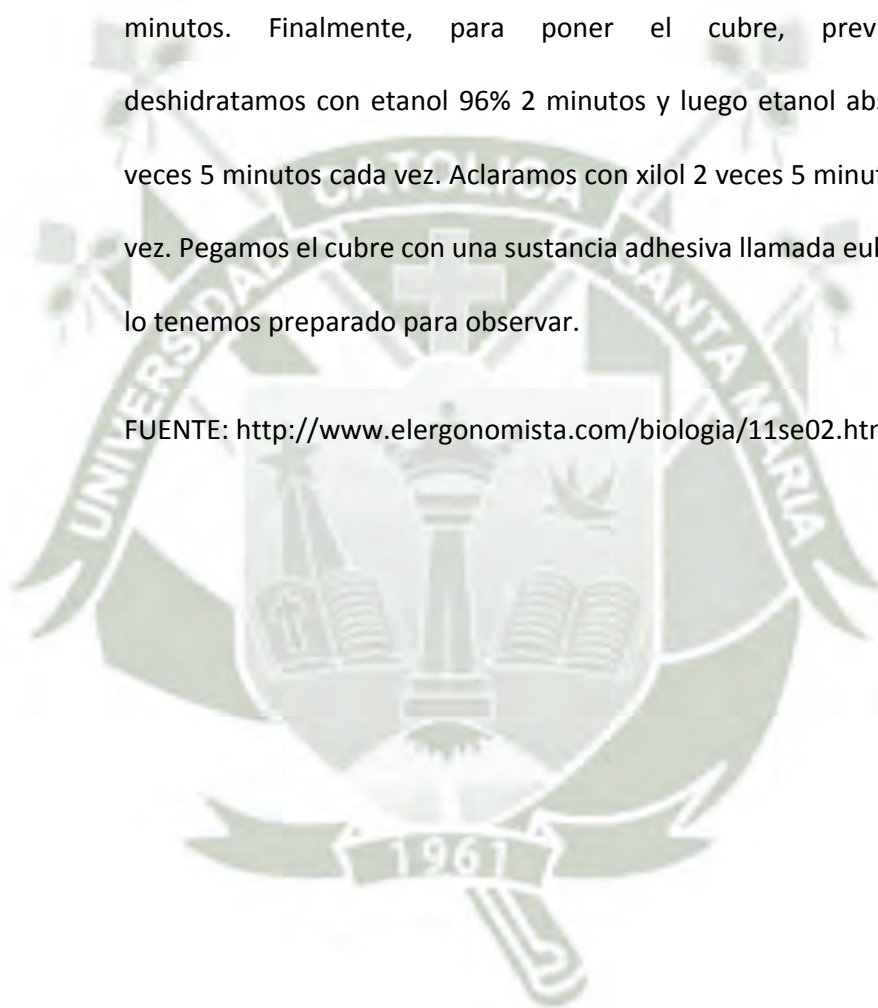
7. **Montaje:** Si queremos fijar las muestras una vez cortadas a un portaobjetos para observar a microscopio óptico, se pueden utilizar 2 métodos, de los cuales se eligió al siguiente:

Plancha caliente: Primero hay que preparar una solución de montaje (albúmina, glicerina.) que funcionan como adhesivos. Esta solución la prepararemos a partir de una solución madre que hay que diluir. El portaobjetos lo ponemos sobre la plancha y añadimos la solución de montaje, unas gotas. Sobre la solución de montaje ponemos las muestras a estudiar. Escurrimos el exceso y dejamos secar sobre la plancha. En cualquiera de los dos métodos de montaje, los cortes se guardan al final en una estufa a 38°C para dejar evaporar la solución de montaje y terminar de adherir, como mínimo 48 horas. Lo podemos dejar cuanto tiempo queramos antes de teñir.

8. **Coloración:** Para teñir un corte de parafina, previamente eliminamos la parafina porque es insoluble en agua, y lo hacemos con un solvente orgánico como tolueno, xilol. En nuestro caso desparafinamos con xilol 3 veces 5 minutos cada vez. Luego tenemos que proceder a la hidratación que se hace con una serie decreciente de alcohol. Utilizamos primero etanol absoluto, luego etanol al 90%, etanol 70% y agua destilada, 5 minutos cada vez. Y ya podemos aplicar la solución acuosa coloreada que sí podrá teñir nuestra muestra. Los cortes ya hidratados se ponen en unos frascos llamados copleen, y no hay que dejar nunca que se sequen las muestras. Después de cada

coloración hay que hacer un baño con agua. En el caso de la hematoxilina de Harris (color púrpura) lo dejamos 2 minutos. El lavado se hace con agua corriente, ya que se produce viraje al azul debido a las sales que contiene el agua del grifo, también durante 2 minutos. Y luego lavamos con agua destilada durante 2 minutos. Luego teñimos con eritrosina acuosa 1% 2 minutos; lavamos con agua destilada 2 minutos. Finalmente, para poner el cubre, previamente deshidratamos con etanol 96% 2 minutos y luego etanol absoluto 2 veces 5 minutos cada vez. Aclaramos con xilol 2 veces 5 minutos cada vez. Pegamos el cubre con una sustancia adhesiva llamada eukitt. Y ya lo tenemos preparado para observar.

FUENTE: <http://www.elergonomista.com/biologia/11se02.htm>



3.2.2 Métodos de evaluación:

- a) Metodología de la experimentación: No existe por ser un tema descriptivo
- b) Ajustes metodológicos: No existe por ser un tema descriptivo
- c) Recopilación de la información:
 - En el campo: Recolección de muestras
 - En el laboratorio: Obtención de las láminas para su observación.
 - En la biblioteca: Búsqueda de información
 - En otros ambientes generadores de la información científica: INTERNET: Se buscó información complementaria.

3.2.3 Variables de respuesta:

- Variable independiente: Alpaca hembra y alpaca macho
- Variables dependientes: Estructura de cada uno de los órganos a estudiar de acuerdo a sexo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1 Hembra:

4.1.1 Ovario:

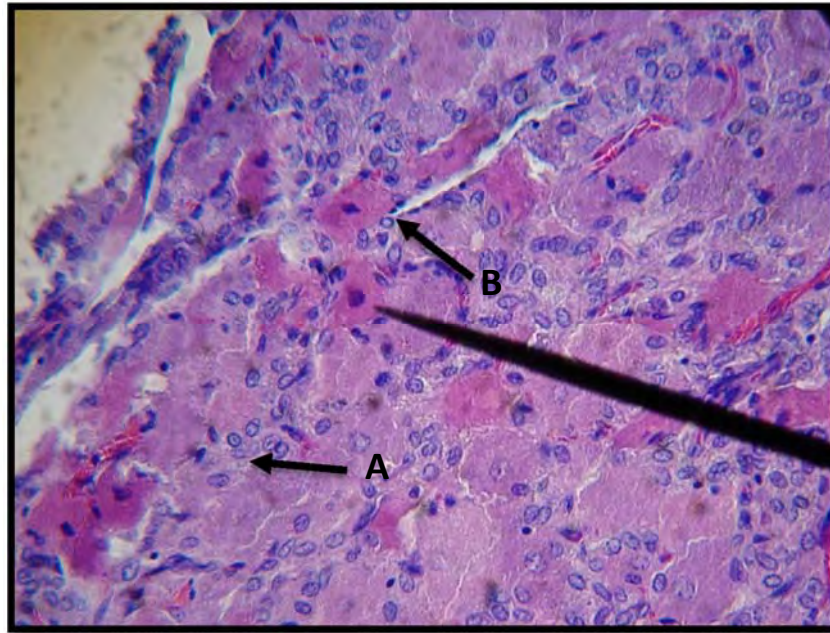


Foto 1 (400x)

A: Folículo primordial; B: Folículo primario

Di fiore(1997); Fernán-Zegarra(2008) mencionan la presencia de corteza (zona cortical) y médula en el ovario.

Se hallaron folículos primordiales en abundancia en la zona cortical (periferia) del ovario; resultados que coinciden con la información que presenta Fernán-Zegarra (2008) y Colque(2001) en su tesis de investigación.

Cada uno de estos folículos primordiales se encuentra constituido por un ovocito primario rodeado por una capa de células foliculares planas, posee un núcleo grande y vesiculoso que al teñirse con la coloración hematoxilina-eosina muestra un color rosáceo. Se puede observar también varios folículos primarios que han cambiado sus

células foliculares a células cúbicas, éstas rodean al ovocito formando sólo una fila.

Fernán-Zegarra(2008) menciona que el epitelio germinativo es de revestimiento simple plano cúbico.

Estas estructuras guardan similitud con otras especies ya que son unidades básicas y parte de la fisiología normal de los seres vivos; mas pueden variar en cantidades tales como sucede en el caso de los folículos primordiales (Ver anexo 8.3).



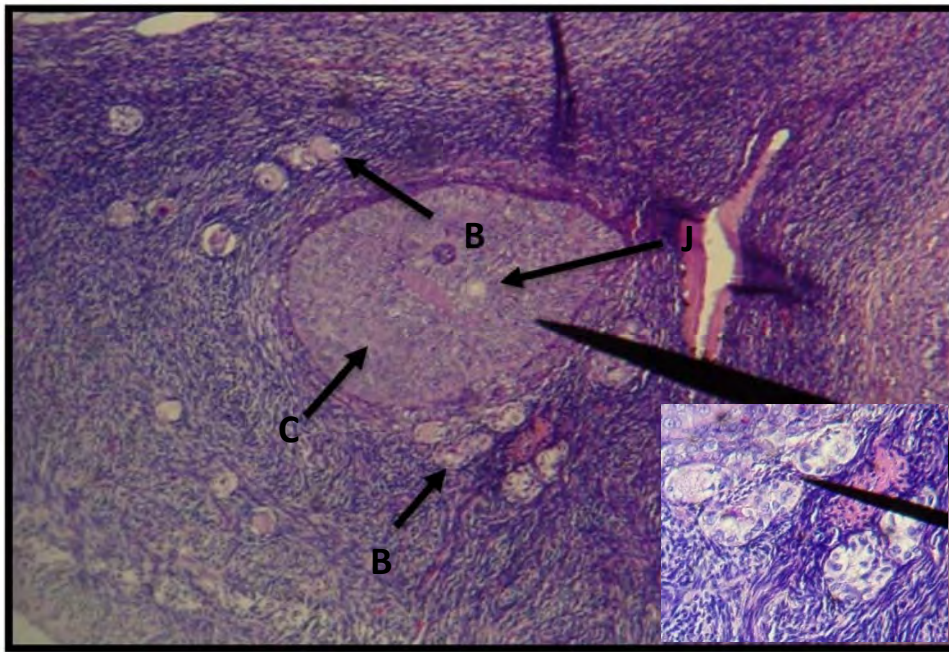


Foto 2 (40x)

B: Folículo primario; C: Folículo secundario; J: Vacuola de Call Exner

A diferencia de los folículos primarios, los secundarios, presentan vacuolas que darán origen a las cavidades llenas de líquido folicular, además posee más de 6 capas de células cúbicas. Samuelson(2007) menciona que poseen varias capas de células foliculares; Fernán-Zegarra(2008) menciona también que aparecerán cavidades llenas de líquido folicular y a partir de la formación de 6 capas de células foliculares aparecerán los cuerpos o vacuolas de Call Exner.

Al igual que las estructuras de la fotografía anterior estos tejidos son igualmente comparables histológicamente con las de otras especies; sólo varían en cantidades.

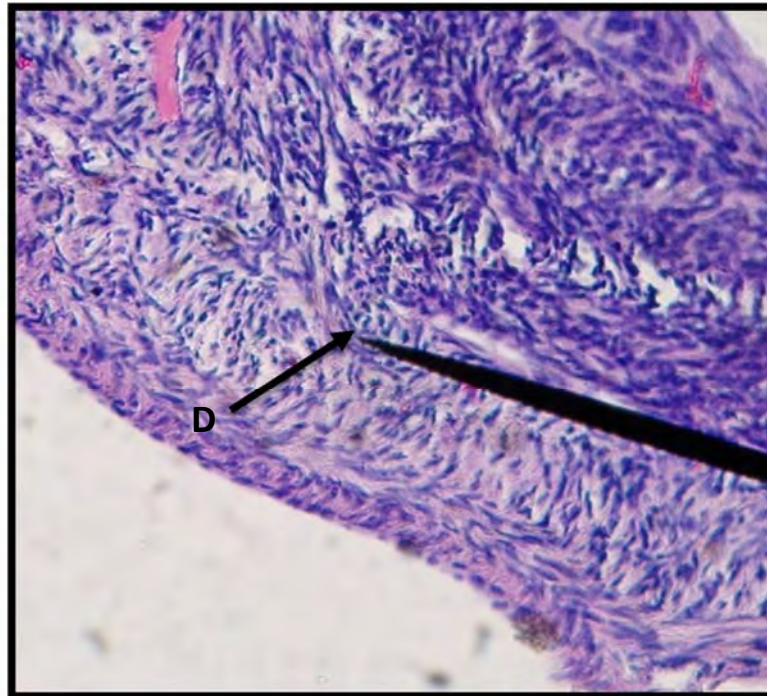


Foto 3 (100x)

D: Folículo atrésico

En los ovarios también se puede observar la presencia de folículos atrésicos, que son aquellos folículos secundarios que no alcanzaron la madurez a folículo de Graff y están en proceso de involución, su núcleo es casi inapreciable.

La estructura histológica de los folículos atrésicos es la misma en todas las especies.



Foto 4 (40x)

E: Teca interna; F: Teca externa; G: Folículo dominante

Se observa claramente una onda folicular; tal y como Bravo y Sumar (1989) mencionan el desarrollo de ondas foliculares cíclicas, donde el folículo dominante presenta en su teca interna un tejido epitelial estratificado cúbico y en su teca externa se aprecia un tejido conectivo y fibras musculares alargadas; en su interior presenta una gran cavidad llena de líquido folicular rico en estrógenos (producido por las células de la granulosa y la teca interna) Di Fiore (1997); tal y como menciona Fernán-Zegarra (2008) el folículo maduro o de Graff, presentará esta cavidad.

Una onda folicular puede observarse tal cual en cortes histológicos de ovarios en otras especies.



Foto 5 (100x)

H: Cúmulo prolífero; I: Ovocito; J: Vacuola de Call Exner

El cúmulo prolífero ocupa una pequeña porción en la cavidad y en él podemos apreciar al ovocito rodeado de una zona pelúcida u oolema y la corona radiada constituida por células de la capa granulosa que permanecerá adherida al ovocito todavía después de la ovulación. A su vez el ovocito se encuentra adherido a una de las paredes del antro folicular. Fernán-Zegarra (2008) también describe al ovocito rodeado por la zona pelúcida y corona radiada.

Bravo et al. (1990), Fernandez Baca (1993) Indican que en cada onda folicular un folículo se hace dominante y crece para madurar y alcanzar el tamaño ovulatorio.

Si se realiza un corte histológico adecuado puede observarse al ovocito tal cual en las diferentes especies.

Trompas de Falopio:

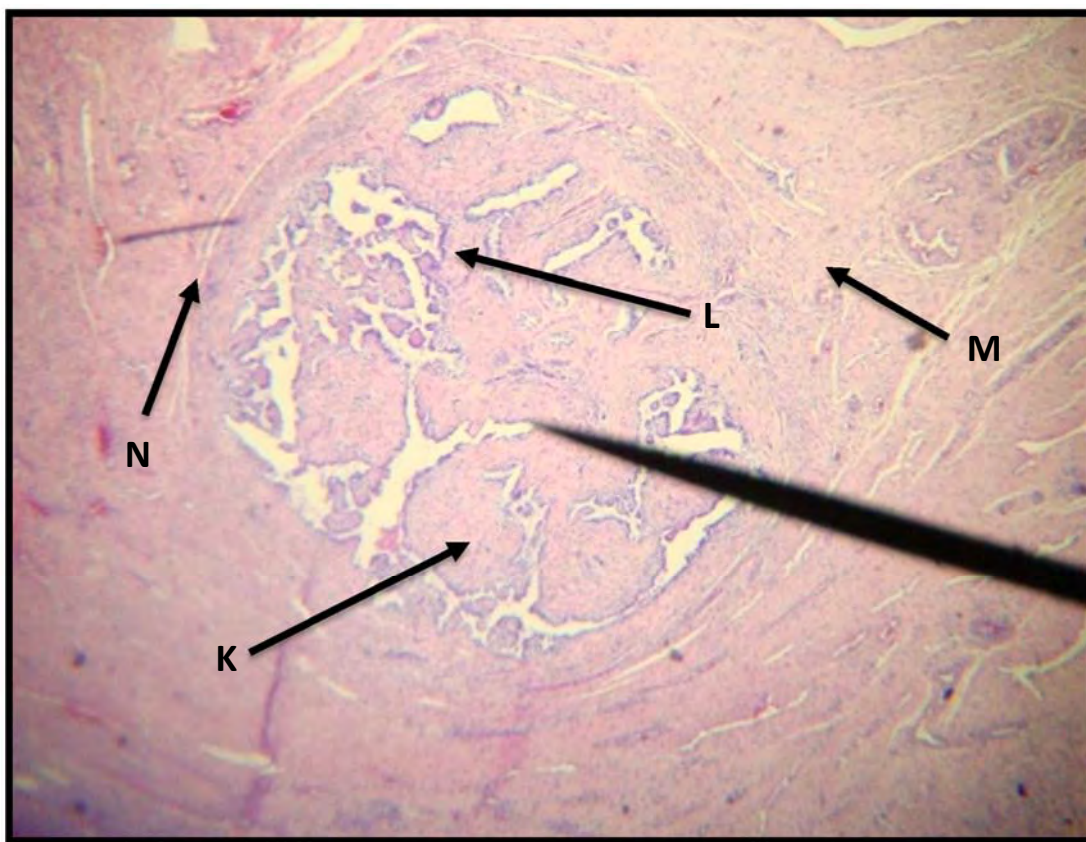


Foto 6 (100x)

K: Infundíbulo; L: Vellosidades primarias; M: Fibras musculares lisas; N: Fimbria

A diferencia de los demás rumiantes domésticos, los camélidos sudamericanos poseen el infundíbulo, una parte de la trompa de Falopio, adherido al ovario. Esta estructura llamada bursa ovárica es comparable al equino que también la posee, tal y como es mencionado en el libro de Fernán-Zegarra (2008).

En el centro de la trompa de Falopio se pueden ver vellosidades primarias gruesas con muy pocas ramificaciones, tejido conectivo denso dentro de las ramificaciones formando lo que se llama lámina propia de la vellosidad y externamente bastantes fibras musculares lisas. Bordeando el ovario se encuentra la fimbria adherida, constituida de tejido conectivo denso.

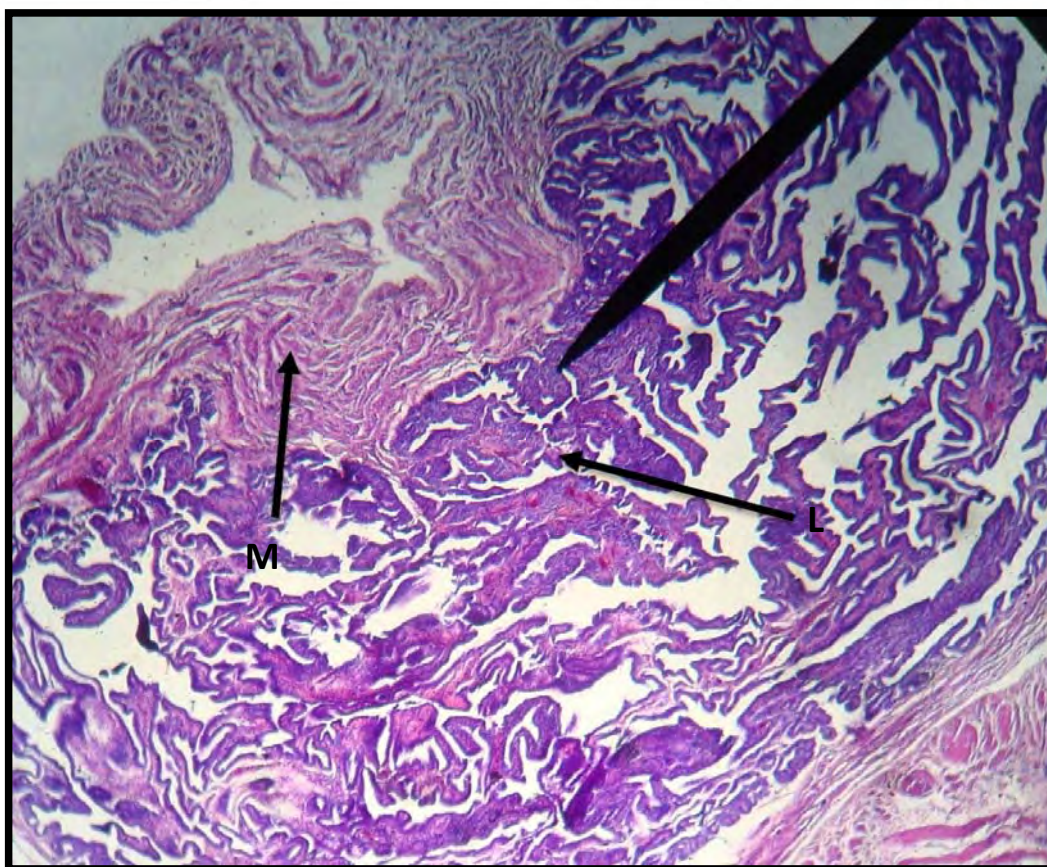


Foto 7 (100x)

L: Velloidades primarias; M: Fibras musculares lisas

4.1.2 Cuernos Uterinos:

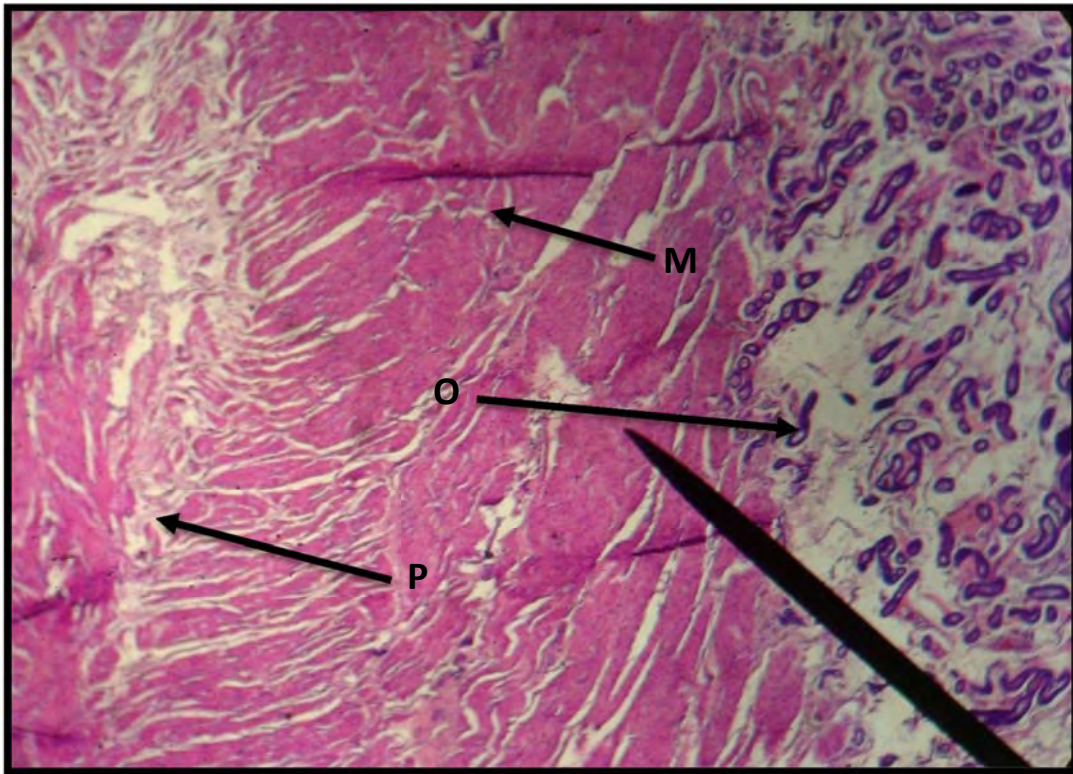


Foto 8 (40x)

M: Fibras musculares lisas; O: Glándulas uterinas en fase secretoria; P: Tejido conectivo

Presenta una túnica muscular bastante gruesa formada por fibras dirigidas en todas direcciones, entre ellas encontramos tejido conectivo y vasos sanguíneos; la túnica mucosa es amplia también y su epitelio es cúbico de núcleos cilíndricos. Fernán-Zegarra (2008) menciona una musculatura fuerte, rica en elementos elásticos.

Al igual que en los ovarios, la estructura microscópica uterina es comparable con la de otras especies, la diferencia sería macroscópica en cuanto a tamaño, considerando también que el cuerno uterino izquierdo es más grande que el derecho ya que mayormente la gestación se lleva a cabo en este cuerno, cabe resaltar que en el vacuno la gestación se lleva mayormente en el cuerno derecho.

Bustinza (2001) menciona que el desarrollo del embrión en el cuerno uterino izquierdo es del 98%, además, junto a y Fernández-Baca y otros (1973) indican que el óvulo fértil mayormente migra al cuerno uterino izquierdo para su implantación; podemos corroborar esta información en el cuadro ubicado en la página 32 de este documento, realizado también por Fernández-Baca y otros (1973). Bustinza (2001) también indica que si el camélido presenta fecundación gemelar el cuerno izquierdo sólo permitirá el desarrollo de un feto, es decir, se producirá regresión de uno de los embriones.



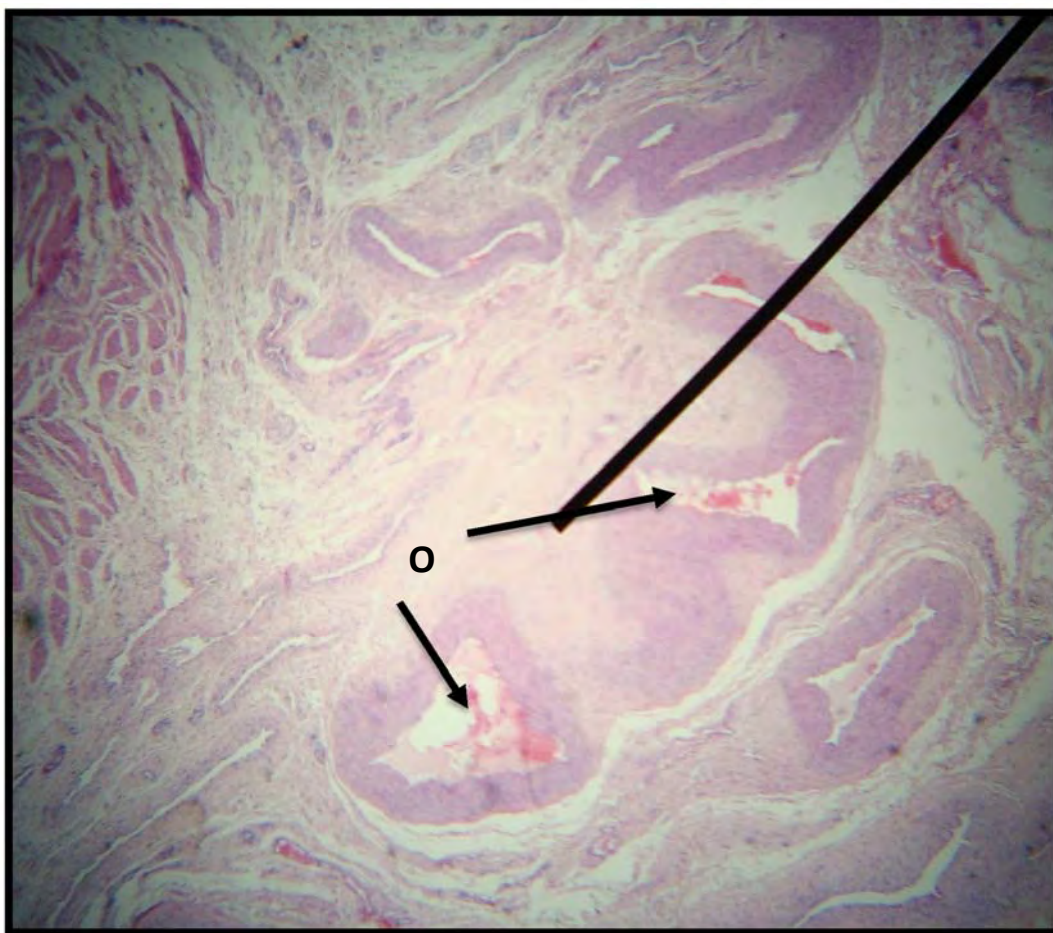


Foto 9 (400x)

O: Glándulas uterinas en fase secretoria

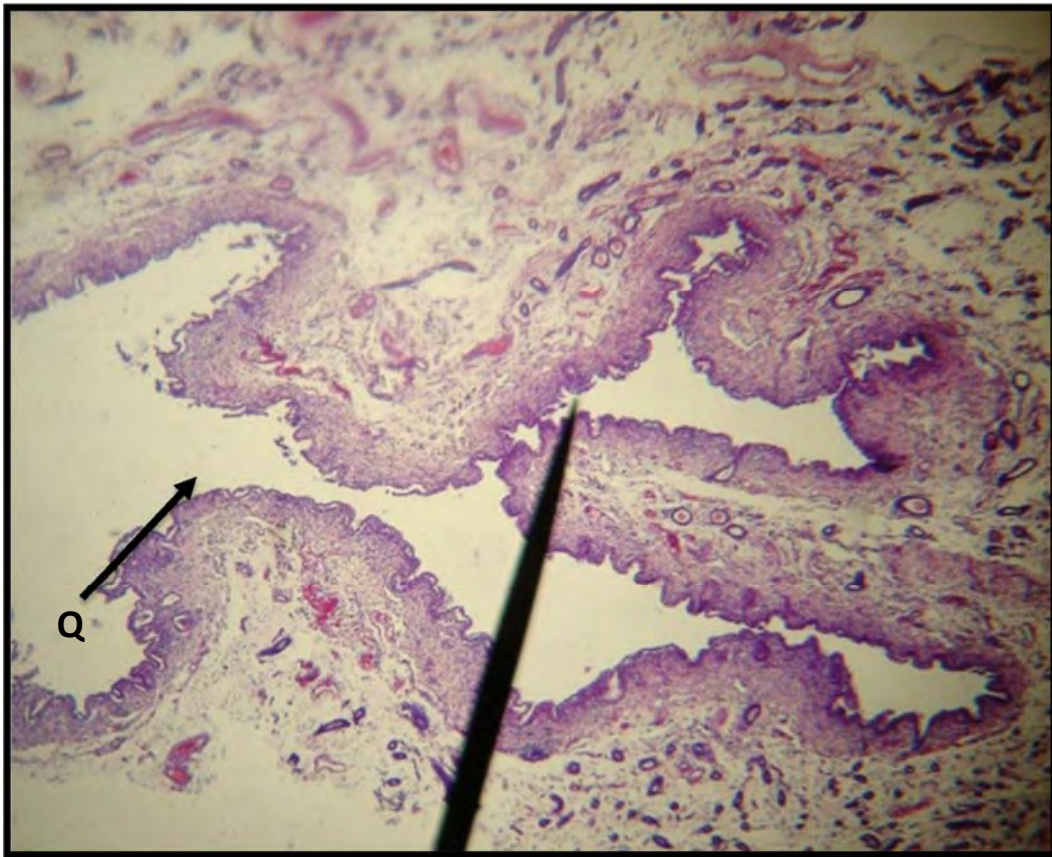


Foto 10 (400x)

Q: Cripta o glándula tubulosa

En el corión se puede observar algunas criptas o glándulas tubulosas que pueden ser de trayecto rectilíneo o ligeramente ondulado, entre cuyas fibras penetran algunos fondos glandulares.

No se ha realizado un estudio histológico de la placenta en alpacas pero cabe resaltar que esta es de tipo epiteliocorial difusa al igual que los equinos y porcinos, tal y como menciona Fernán-Zegarra (2008).

4.1.3 Cérvix:

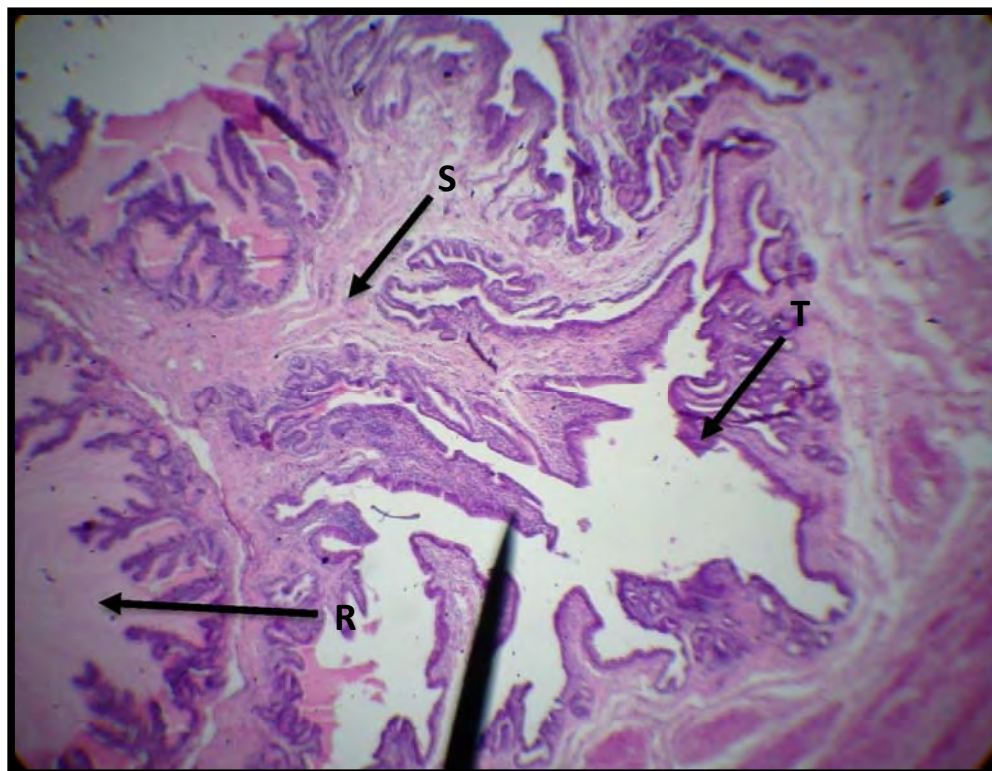


Foto 11 (40x)

R: *Epitelio productor de moco*; S: *Fibras colágenas*; T: *Anillos cervicales*

En cuanto a la cérvix, podemos resaltar que al igual que otras especies produce abundante cantidad de moco; más la diferencia se da en la cantidad de pliegues que posee, en alpacas 3-4; en vacunos se les denomina anillos y se encuentran 3-4, en ovinos encontramos al menos 7 anillos; mientras que en la cerda se presenta como espiral.

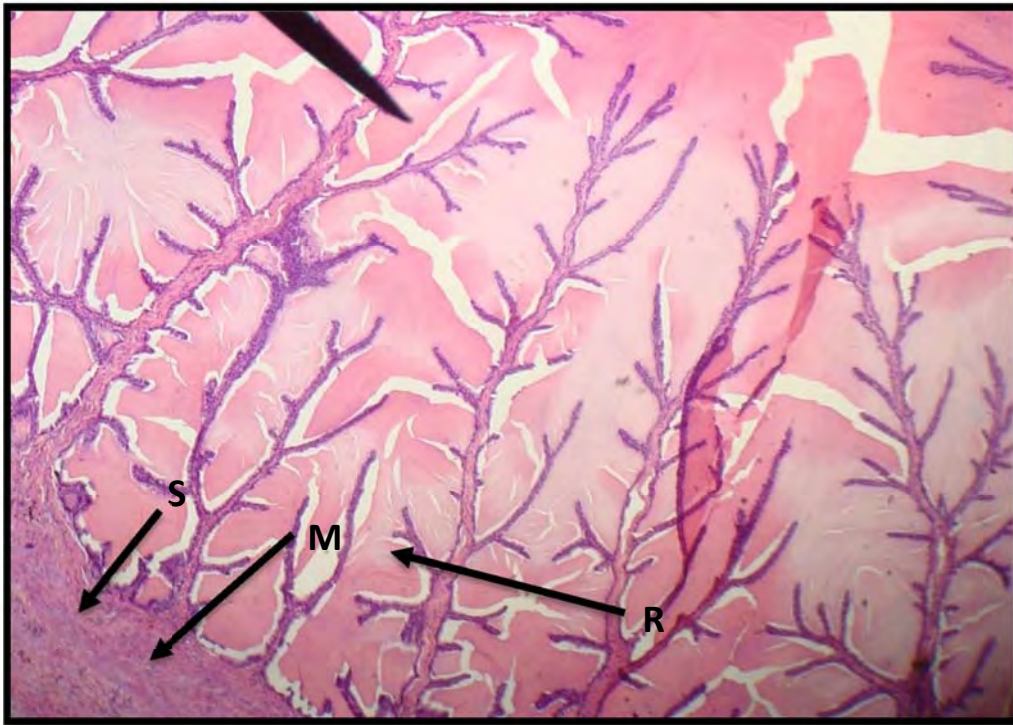


Foto 12(100x)

M: Fibras musculares lisas (circulares); R: Epitelio productor de moco; S: Fibras colágenas

La cervix se encuentra con abundante producción de moco proveniente del epitelio circundante (células caliciformes), puede observarse parte de la musculatura interna. Las fibras musculares y las fibras elásticas se encuentran entremezcladas formando un conjunto; las fibras colágenas (elásticas) son abundantes y son responsables de la dureza de la cervix.

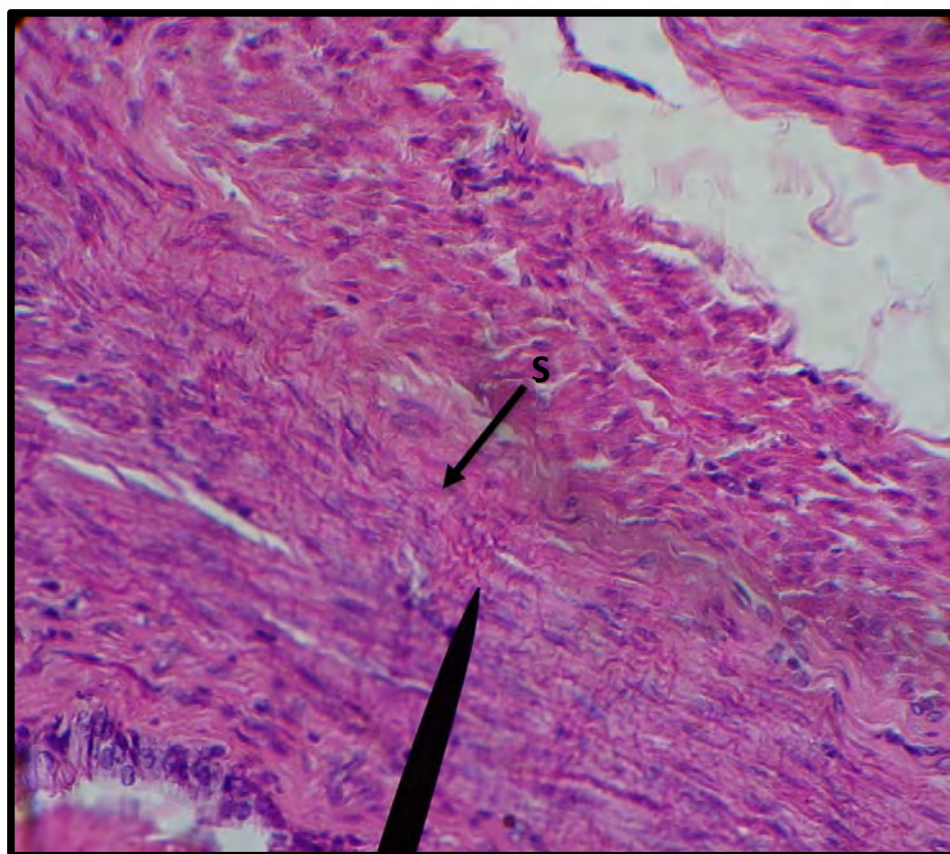


Foto 13 (400x)

S: Fibras colágenas (abundantes)

4.1.4 Vulva:

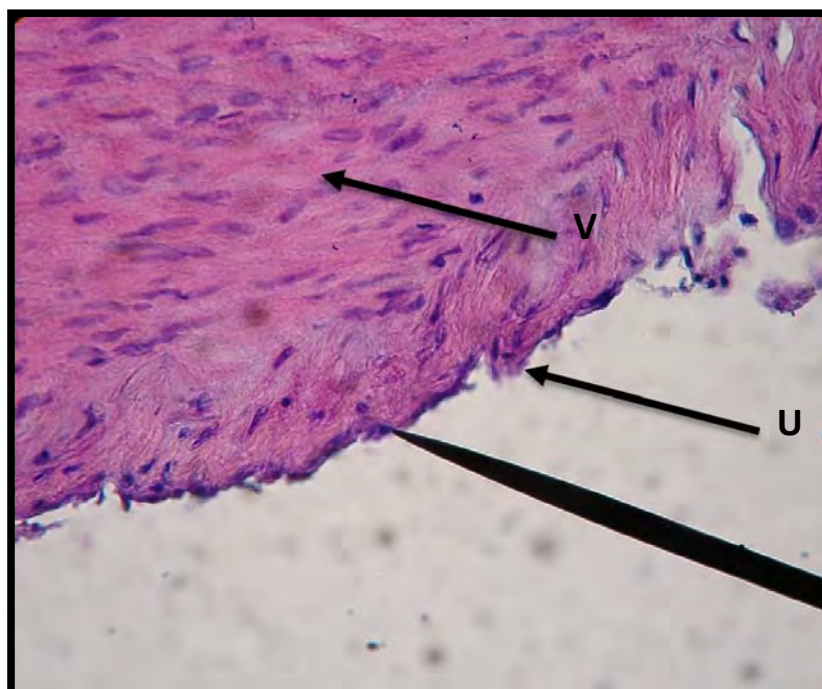


Foto 14 (400x)

U: Epitelio externo; V: Fibras musculares estriadas

El epitelio externo es estratificado plano no cornificado con pliegues; detrás del epitelio, existe tejido conectivo laxo y profundamente tejido conectivo denso con abundantes vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas y capas musculares en diferentes direcciones; Samuelson (2007) señala un tejido conectivo laxo y denso con una red de fibras elásticas.

En una capa más profunda encontramos fibras musculares estriadas en diferentes direcciones (cortes longitudinales y transversos), también encontramos vasos sanguíneos y tejido conectivo que rodea los haces musculares.

La vulva de la alpaca puede diferenciarse con otras especies en tamaño básicamente, ya que la estructura histológica es similar.

4.1.5 Glándula Mamaria:

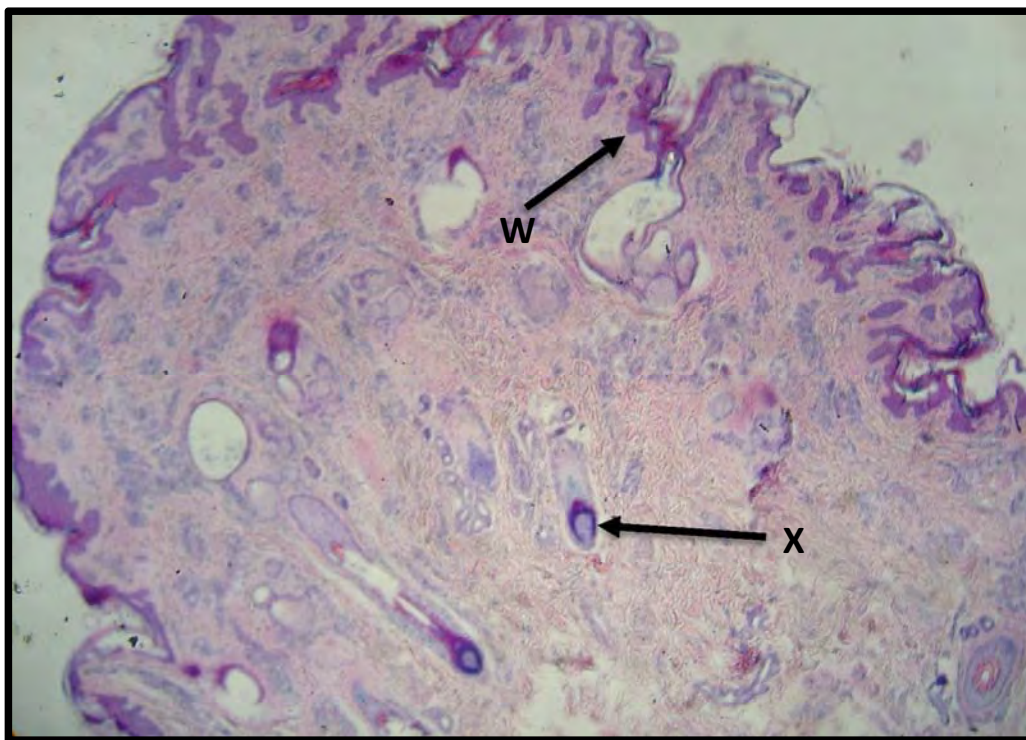


Foto 15 (40x)

W: Epitelio estratificado plano; X: Folículo de fibra

Presenta un epitelio que recubre, éste es estratificado, plano con algo de queratinización. El tejido dérmico es abundante y presenta folículos de fibra, glándulas sebáceas pequeñas y atrofiadas, rodeado de fibras colágenas densas.

Macroscópicamente la glándula mamaria de la alpaca es similar a la del vacuno debido a que también se divide en 4 cuartos que trabajan independientemente uno del otro y que poseen un único meato por pezón.

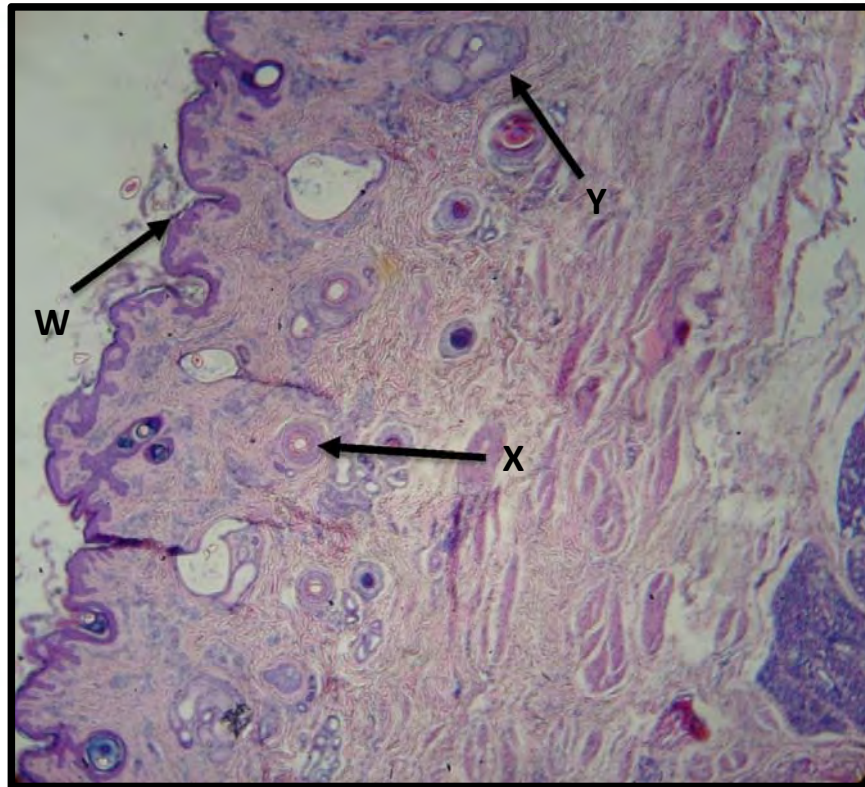


Foto 16 (40x)

W: Epitelio estratificado plano; X: Folículo de fibra; Y: Glándula sebácea

Podemos encontrar dos tipos de folículos; el folículo primario, que tiene un gran diámetro, se halla profundamente enraizado en la dermis y por lo general está asociado con glándulas sebáceas, sudoríparas y con un músculo erector. El folículo secundario es de menor diámetro que el primario, y su raíz se localiza cerca de la superficie, puede tener una glándula sebácea, pero carece de glándula sudorípara y de músculo erector.

Las diferencias se dan principalmente por el tipo de “pelo” que alberga en su interior el folículo, en ovinos se le denomina lana ya que no posee médula, en camélidos se llama fibra, esta presenta una estructura hueca que la hace más delgada, se entiende que las especies que poseen pelo (perro, vacuno, cerdo), a diferencia de los demás, tiene médula en su estructura.

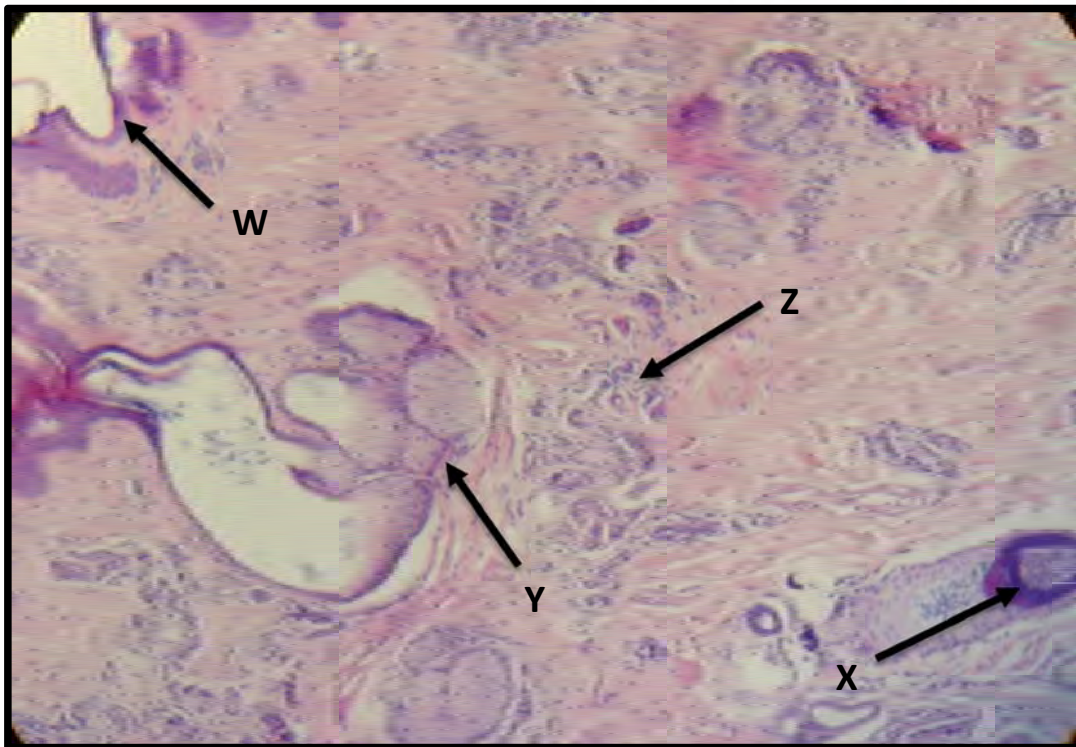


Foto 17 (100x)

W: Epitelio estratificado plano; X: Folículo de fibra; Y: Glándula sebácea; Z: Glándulas sudoríparas

El epitelio contiene escasos folículos de fibra, de igual manera sucede con las glándulas sebáceas y sudoríparas que no son abundantes en el tejido.

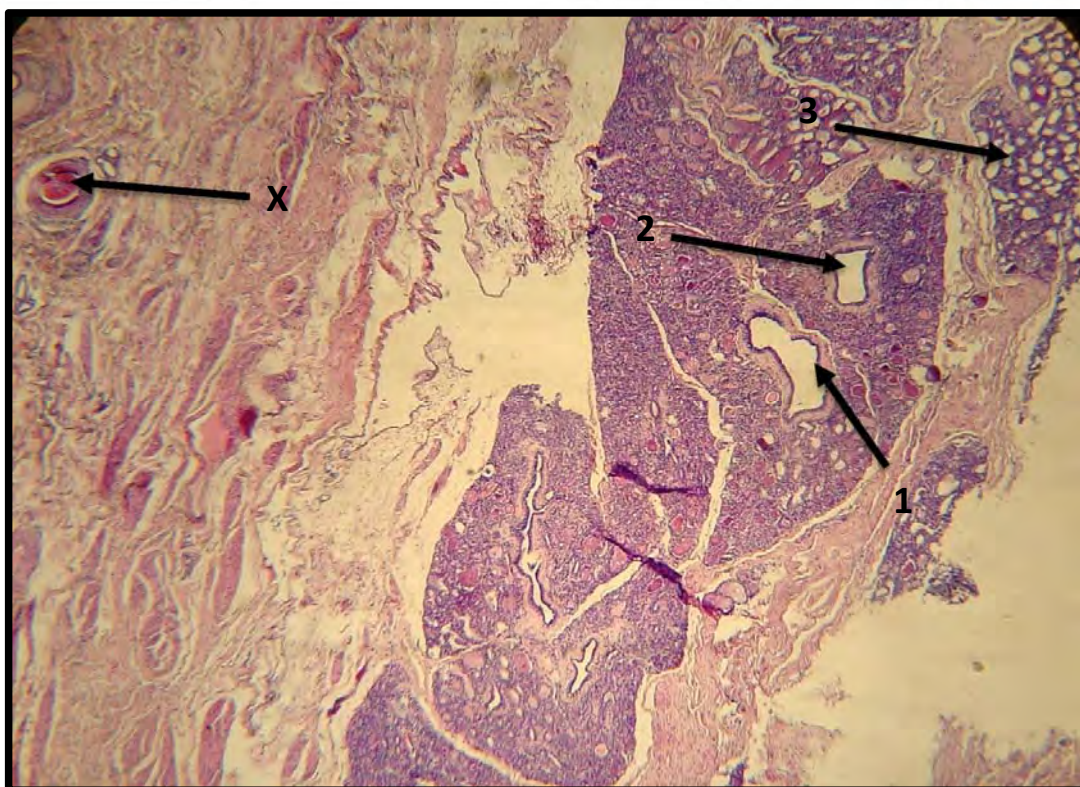


Foto 18 (40x)

X: Folículo piloso; 1: Conducto galactóforo; 2: Conducto excretor; 3: Túbulos secretores

El estroma mamario rodea a los alveolos mamarios, los alveolos presentan contenido lácteo, lo que indica que este animal se encontraba dando de amamantar a una cría. Los conductos galactóforos presentan un tejido epitelial delgado simple cúbico; los alveolos están conformados de células cúbicas secretoras y por fuera, adosados a ellas, encontramos células mioepiteliales alargadas. En el estroma mamario se encuentran escasas células adiposas, presenta también conductos lácteos pegados a los alveolos que están constituidos de tejido epitelial simple cúbico.

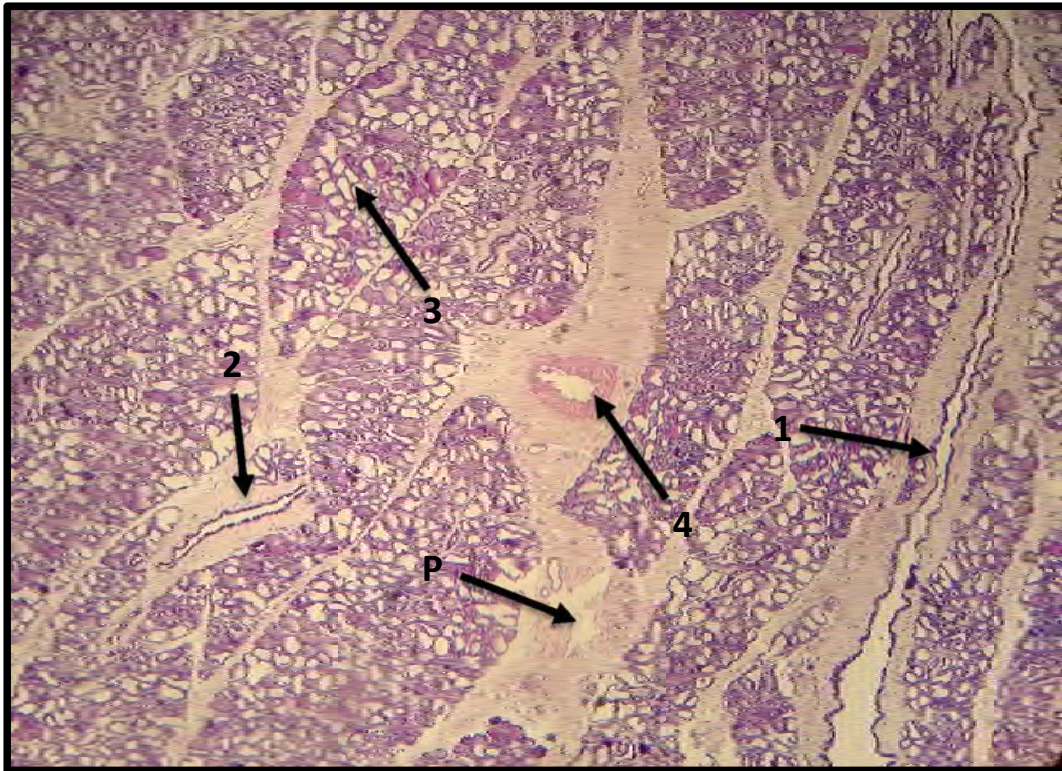


Foto 19 (40x)

P: tejido conectivo; 1: Conducto galactóforo; 2: Conducto excretor; 3: Túbulos secretores; 4: Vaso sanguíneo

Al igual que en otras especies se puede apreciar la gran cantidad de túbulos secretores o acinos que posee la glándula mamaria de la alpaca; en menor cantidad encontramos los conductos excretores y galactóforos.

Fernán-Zegarra (2008), menciona en la constitución de la glándula mamaria un conducto excretor principal (conducto galactóforo) además de numerosos lóbulos que a su vez se encuentran divididos en lobulillos por tabiques interlobulillares de tejido conectivo que rodea a cada una de las unidades secretorias. Samuelson (2007) indica que la unidad secretora se divide en alveolo y túbulos secretores.

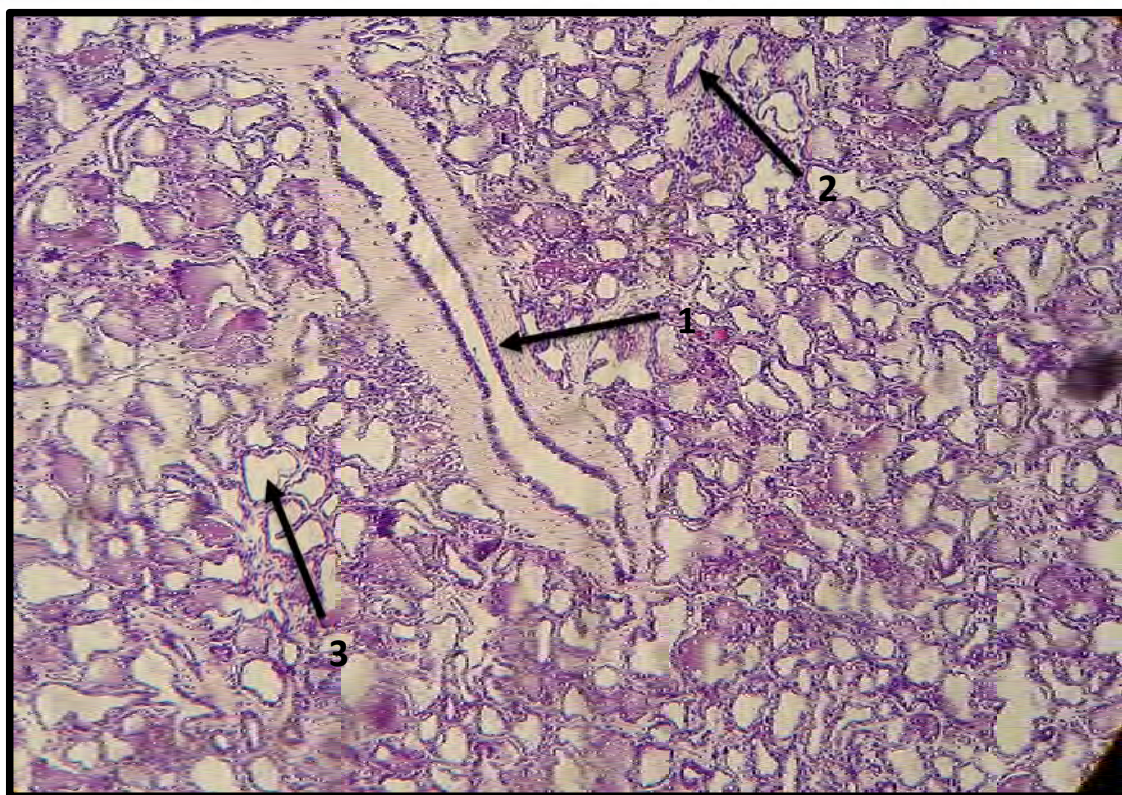


Foto 20 (100x)

1: Conducto galactóforo; 2: Conducto excretor; 3: Túbulos secretores

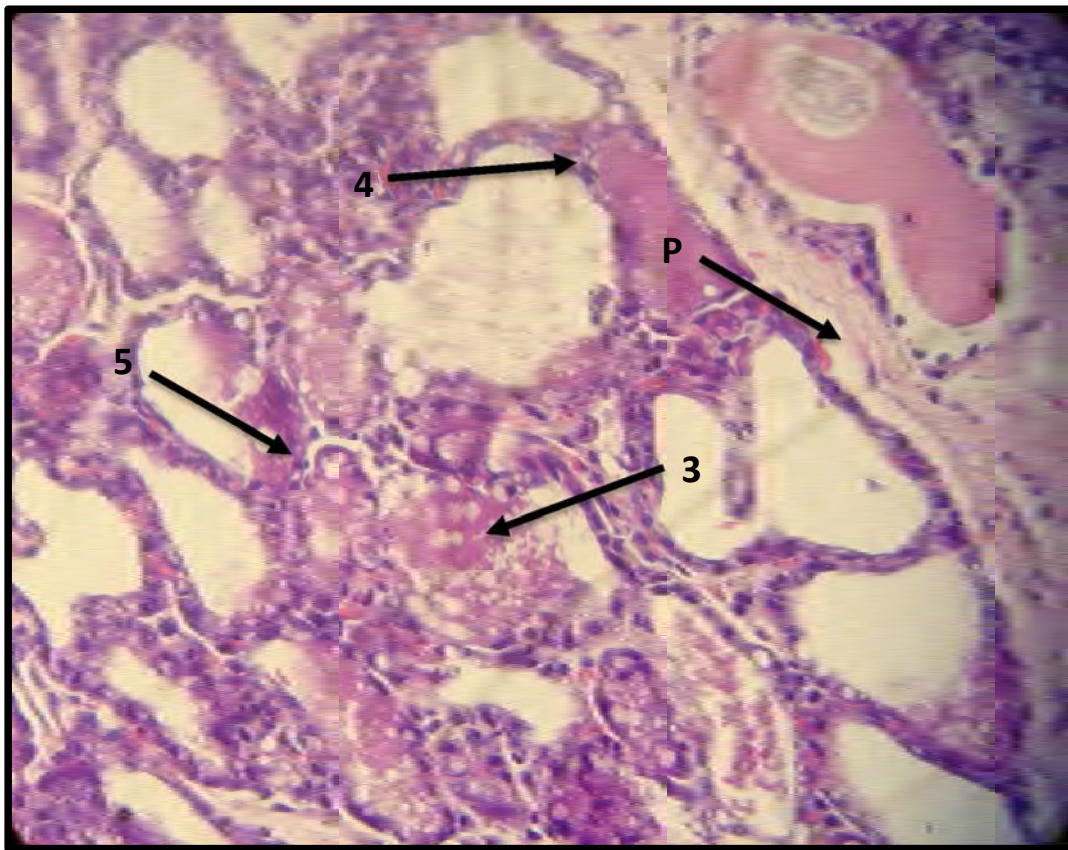


Foto 21 (400x)

P: tejido conectivo; 3: Túbulo secretores; 4: Célula mioepitelial; 5: Célula del acino

Las células mioepiteliales poseen núcleos alargados (células que rodean al acino láctico o túbulo secretor) mientras que las células del acino poseen núcleos redondeados.

4.2 Macho:

4.2.1 Testículos:

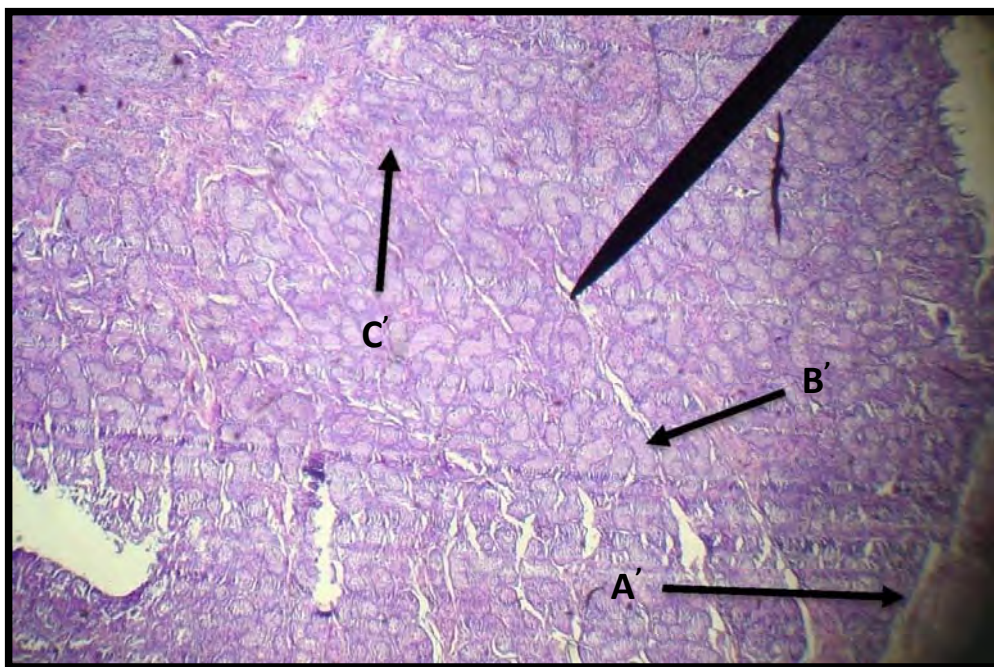


Foto 22 (40x)

A': Túnica albugínea; B': Túbulos seminíferos; C': Tabiques

Rodeado de una albugínea gruesa (tejido conectivo denso) que emite tabiques del mismo tejido para subdividir el testículo en donde encontramos muy abundantes túbulos seminíferos. Bustinza (2001) menciona que el parénquima testicular está formado por túbulos seminíferos más o menos cilíndricos ubicados en paquetes; Samuelson (2007) indica que además de los túbulos seminíferos el parénquima también posee vías seminales intersticiales.

Los testículos en las demás especies domésticas poseen, al igual que en alpacas, gran cantidad de túbulos seminíferos y su estructura es muy similar entre sí; Bustinza (2001), menciona que histológicamente el testículo de alpaca es muy similar al del carnero.

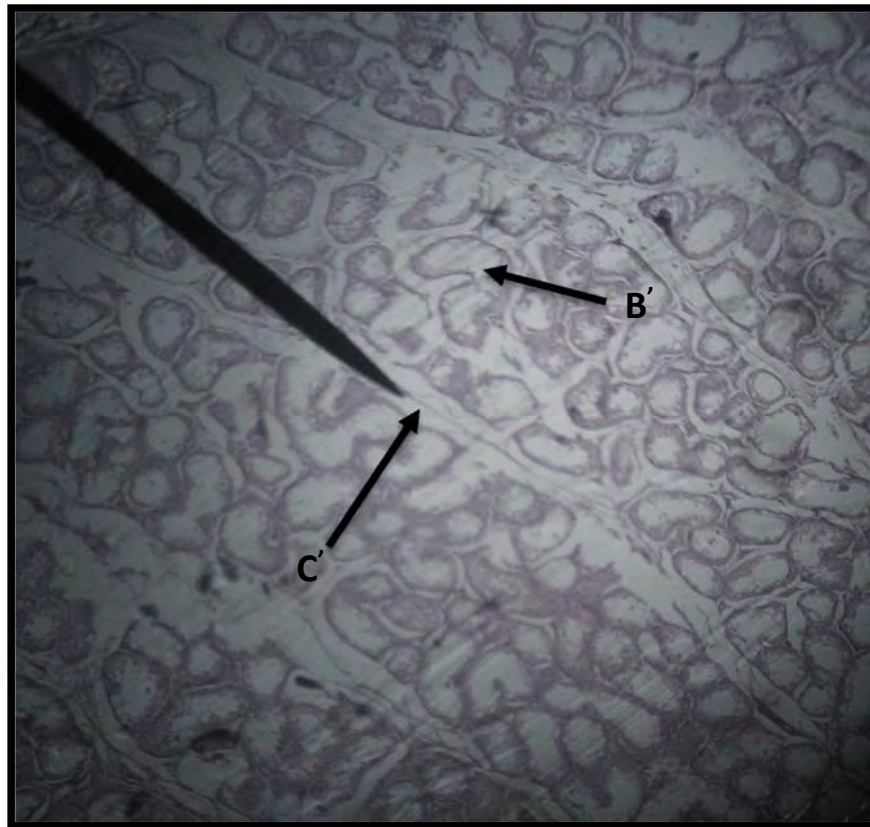


Foto 23 (100x)

B': Túbulo seminífero; C': Tabiques (septos)

Los tabiques o septos se encuentran constituidos de tejido conectivo; en los túbulos seminíferos encontramos escasas células del epitelio germinativo. Fernán-Zegarra (2008) indica que dentro de las células del epitelio germinativo tenemos a los espermatoцитos, células de sertoli y la lámina propia (material intercelular + fibras colágenas).

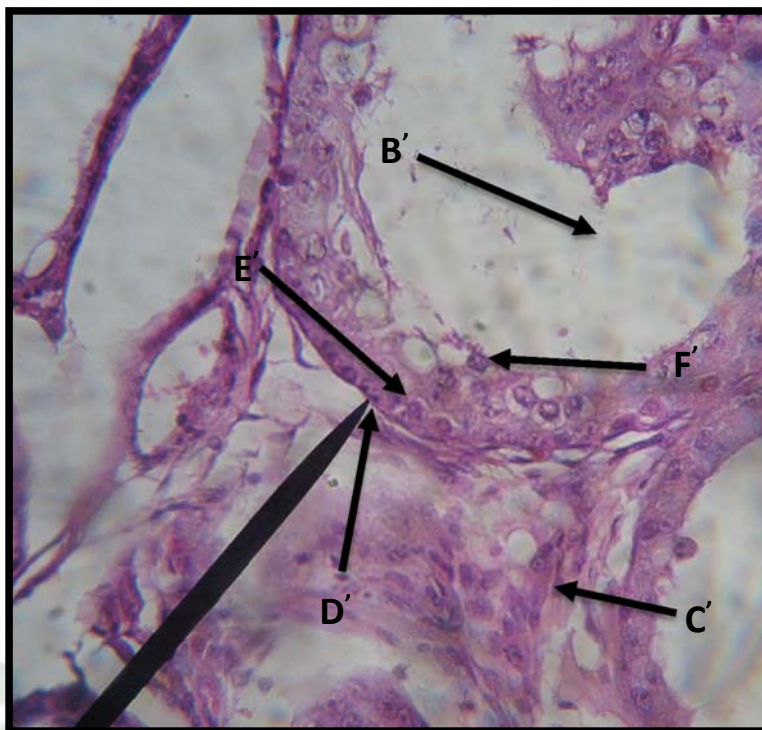


Foto 24 (400x)

B': Túbulos seminíferos; C': Tabiques (septos); D': Espermatogonias; E': Célula de sertoli; F': Espermatocitos

Bordeando los túbulos seminíferos encontramos células mioides o peritubulares, dentro del túbulo existen espermatogonias, pequeñas, pegadas a la lámina propia del túbulo, escasas células de sertoli. Encontramos espermatocitos primarios alrededor del túbulo. En el tejido intersticial, dentro de los túbulos seminíferos, existen células de sertoli agrupadas.

Fernán-Zegarra (2008) indica que en los túbulos seminíferos se producen los espermatozoides.

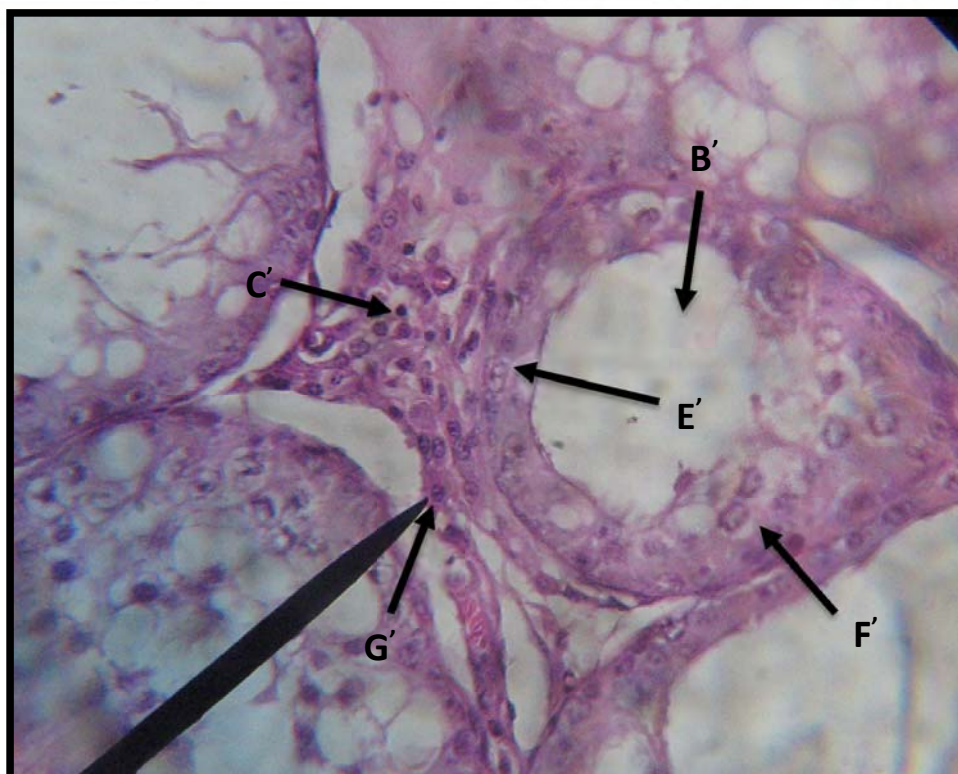


Foto 25 (400x)

B': Túbulos seminíferos; C': Tabiques (septos); E': Célula de sertoli; F': Espermatocitos

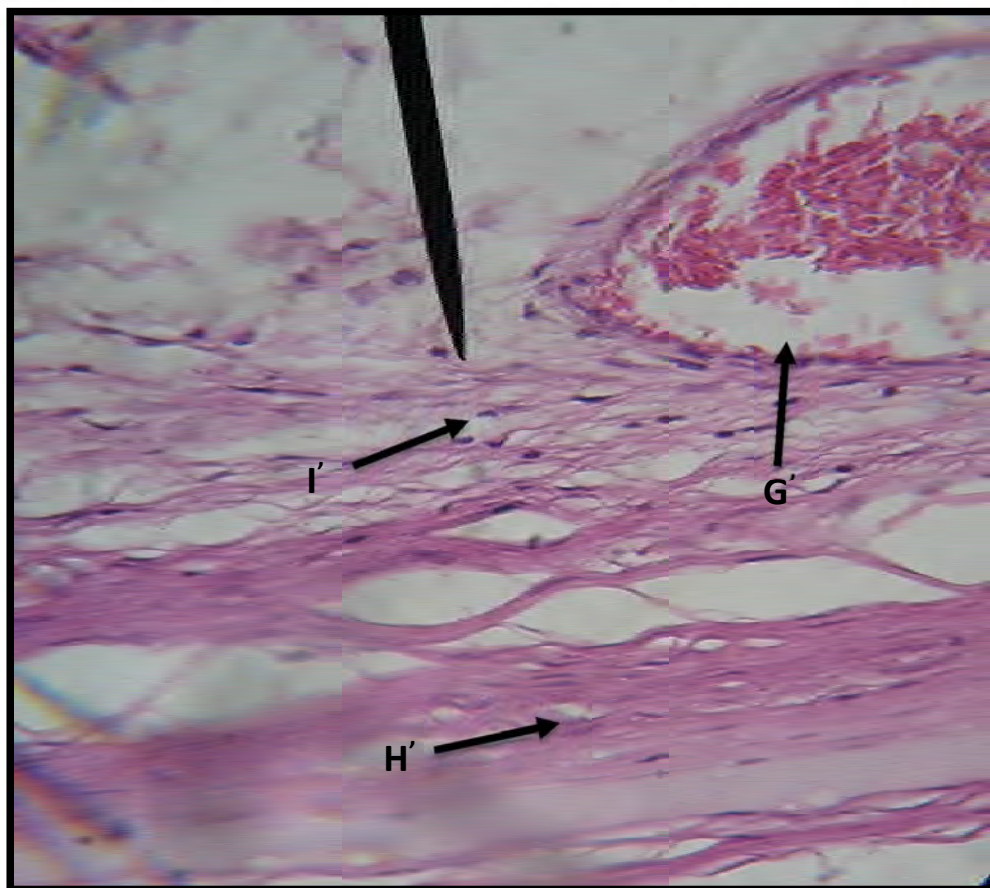


Foto 26 (400x) Túnica albugínea

G': Vaso sanguíneo; H': Fibras colágenas; I': Terminaciones nerviosas

4.2.2 Próstata:

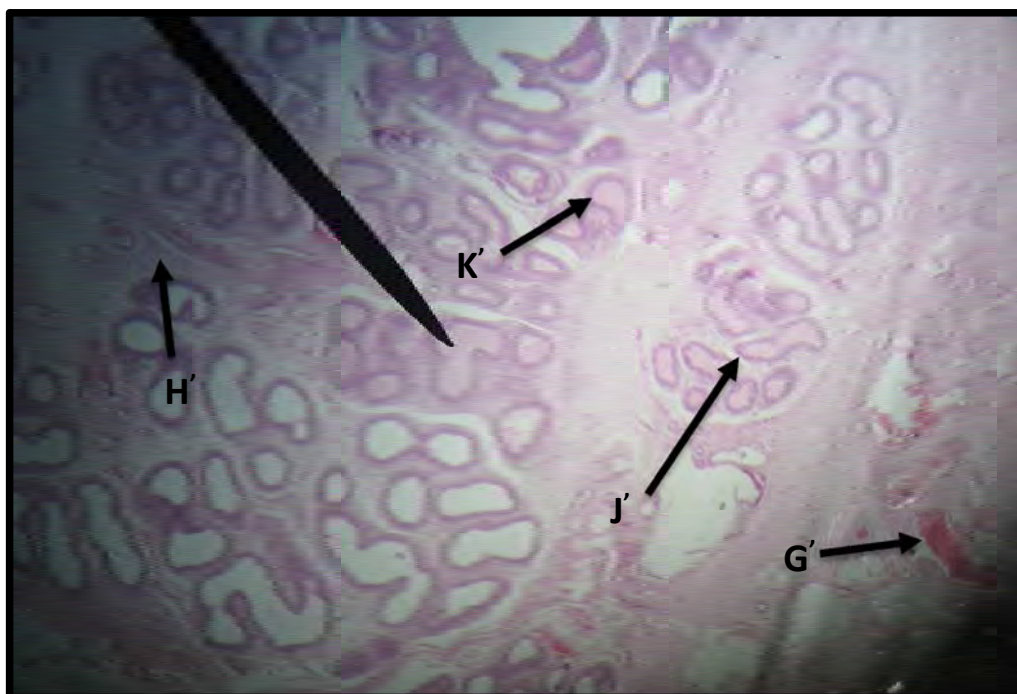


Foto 27 (100x)

G': Vaso sanguíneo; H': Fibras colágenas; J': Acinos o alveolos; K': Corpora amilácea

Se observan alveolos (poco abundantes) vacíos y otros conteniendo la corpura amilácea (Fernán-Zegarra, 2008), la secreción es serosa (Samuelson, 2007) a seromucosa, se observan también abundantes fibras colágenas que forman septos que dividen los acinos, además de algunos vasos sanguíneos.

La próstata en alpacas tiene forma de H (Bustinza, 2001; Sumar 1991) y se encuentra firmemente pegada a la cara dorsolateral de la uretra pélvica cerca del trigono de la vejiga, también se le conoce como próstata diseminata y puede observarse también en rumiantes y cerdos (Fernán-Zegarra, 2008); en equinos y carnívoros se denominará próstata anular; mientras que las aves no la poseen.

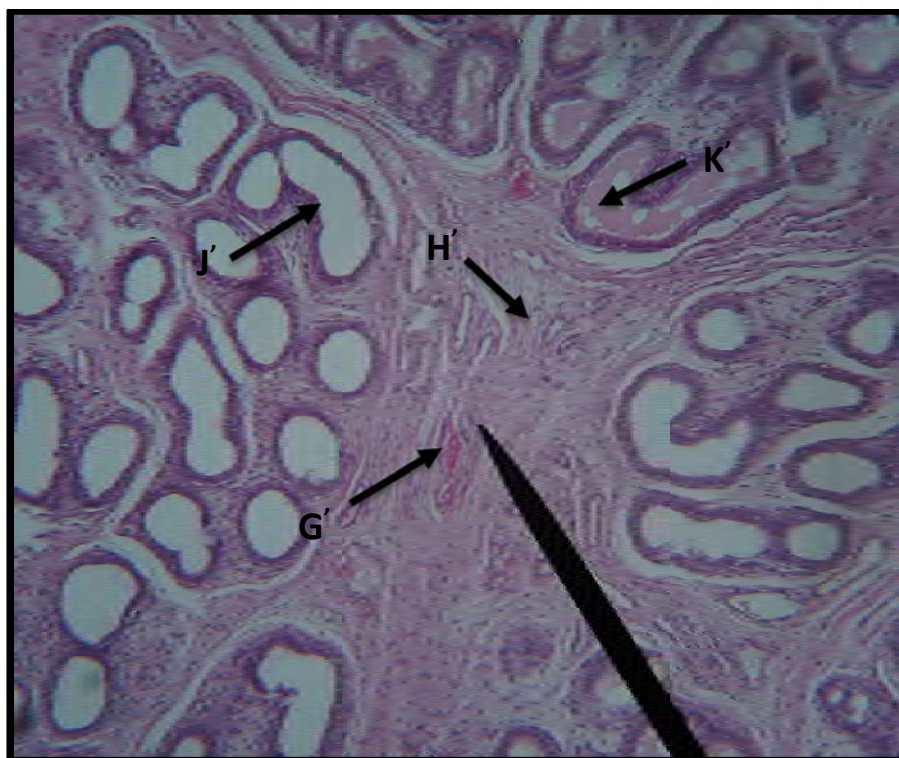


Foto 28 (400x)

G': Vaso sanguíneo; H': Fibras colágenas; J': Acinos o alveolos; K': Corpora amilácea

4.2.3 Glándulas Bulbouretrales:



Foto 29 (40x)

C': Tabiques o septos; J': acinos o alveolos; L': Fibras musculares lisas

Encontramos abundantes acinos mucosos, que agrupados forman lobulillos; alrededor se constituye por fibras musculares lisas. Se observan también numerosos tabiques interlobulares que dividen los diferentes lobulillos.

En otras especies domésticas pueden apreciarse también abundantes acinos con contenido (mucus) en su interior; según Fernán-Zegarra (2008), menos en el perro que no la presenta; la secreción es mucosa.

Según Fowler, 1998; Smith et al, 1994; Sumar, 1983 y Tibary y Anouassi, 1997; las glándulas bulbouretrales se encuentran ubicadas en cara dorolateral de la uretra pelviana y craneal al arco isquiático.

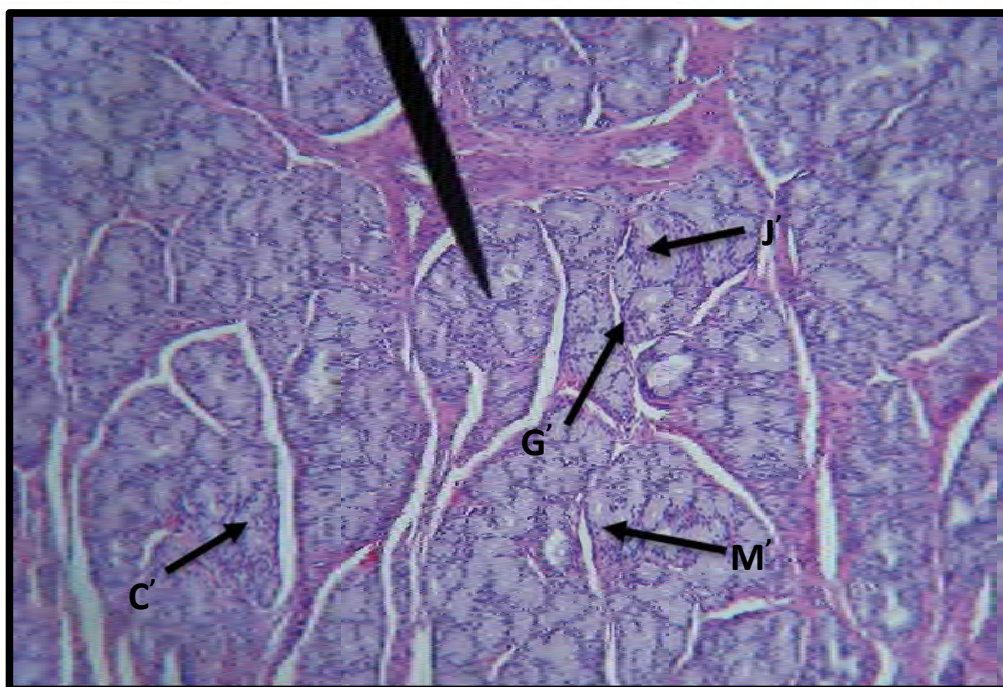


Foto 30 (100x)

C': Tabiques o septos; G': Vasos sanguíneos; J': acinos o alveolos; M': secreción mucosa

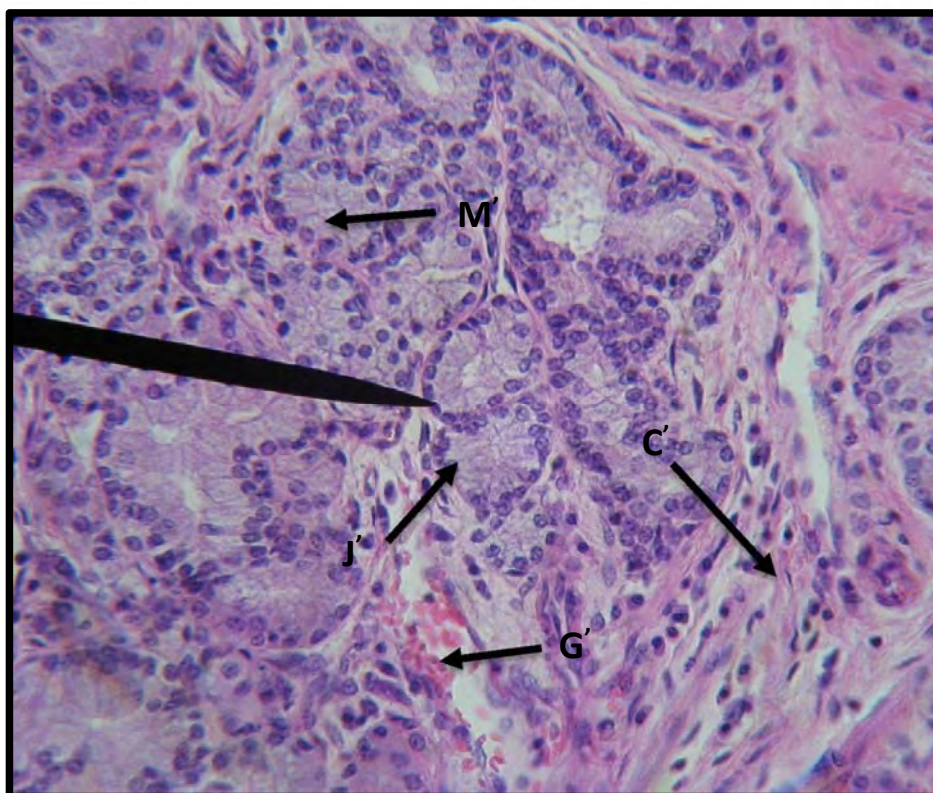


Foto 31 (400x)

C': Tabiques o septos; G': Vasos sanguíneos; J': acinos o alveolos; M': secreción mucosa

4.2.4 Pene Proximal:

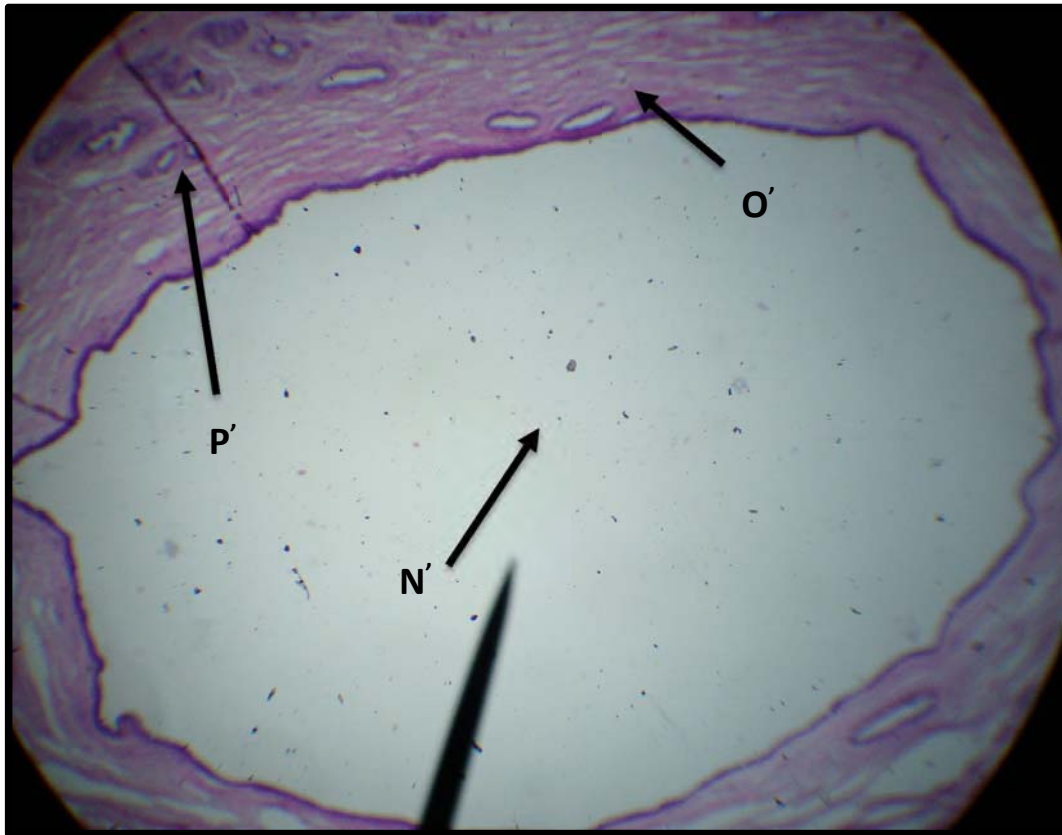


Foto 32 (40x)

N': Uretra peneana; O': Cuerpo cavernoso suburetral; P': Tejido conectivo denso

En su parte más proximal, cercano a la vejiga, se puede apreciar una uretra amplia, rodeada de tejido eréctil y como menciona Fernán-Zegarra (2008) cuerpos cavernosos.

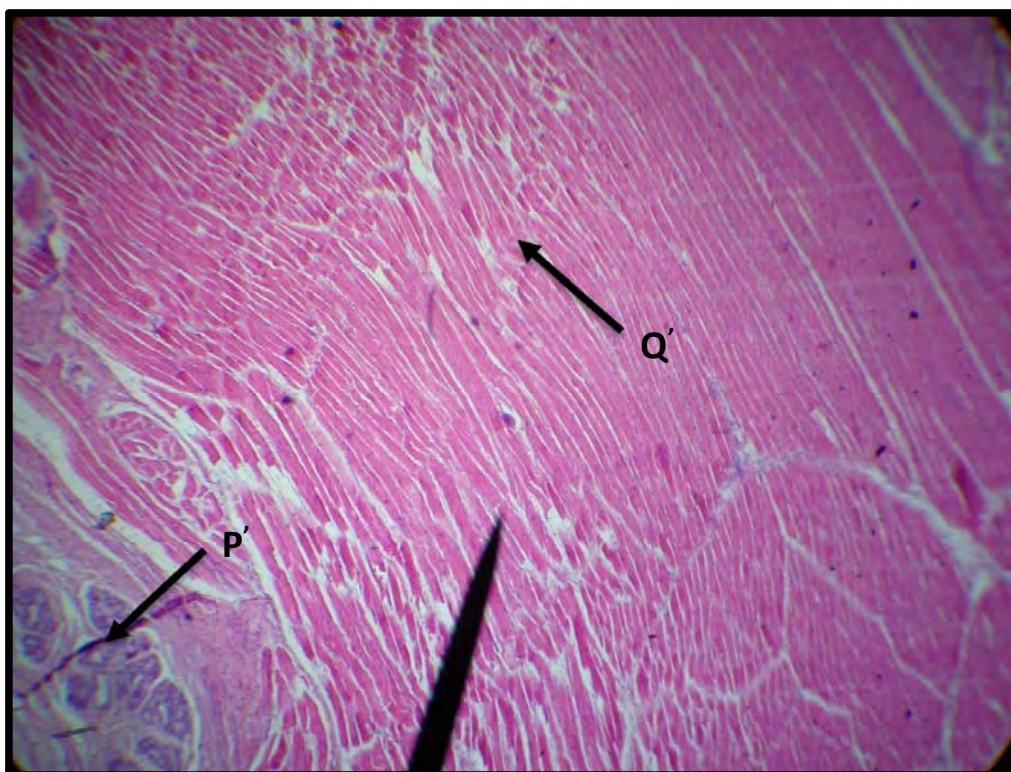


Foto 33 (40x)

P': Cuerpo cavernoso suburetral; Q': Fibras musculares lisas

Abundantes fibras musculares lisas que rodean a la uretra.

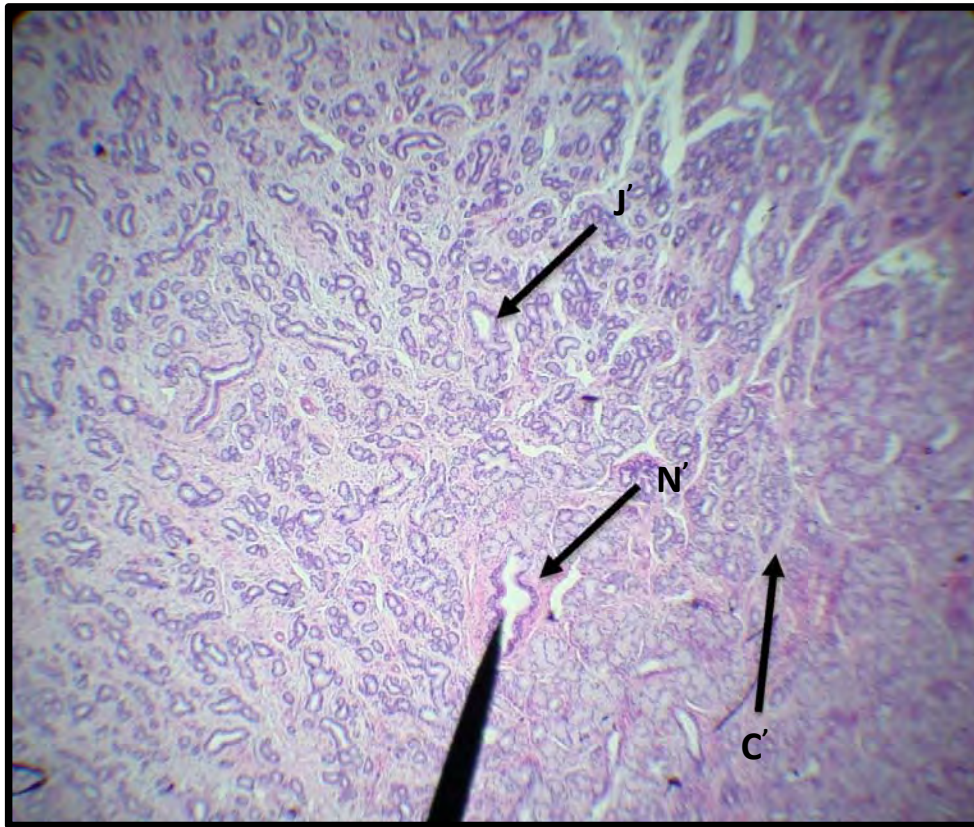


Foto 34 (40x)

C': Tabiques; J': Acinos; N': Uretra peneana

Como toda glándula posee acinos que se encuentran divididos por tabiques y en conjunto forman los denominados lobulillos.

4.2.5 Pene Medial:



Foto 35 (100x)

R': Terminaciones nerviosas

Al ser el pene de la alpaca del tipo fibroelástico, (mayor cantidad de tejido conectivo con el eréctil) dentro del tejido conectivo comprende numerosas estructuras o terminaciones nerviosas, al igual que menciona Fernán-Zegarra (2008) y Sumar (1991).

Se puede diferenciar el pene por el tipo de tejido que predomina en su estructura, en el equino es músculo cavernoso, esto indica que posee numerosas fibras musculares lisas; en los rumiantes y cerdos éste es fibroso o fibroelástico, tal y como el de alpaca; eso quiere decir que al poseer abundante tejido conectivo y fibras elásticas lo hacen inextensible durante la erección. También existe el denominado intermedio ya que posee la misma cantidad de fibras musculares lisas y tejido conectivo, además posee un hueso peneano; esto en roedores, carnívoros (Fernán-Zegarra, 2008).

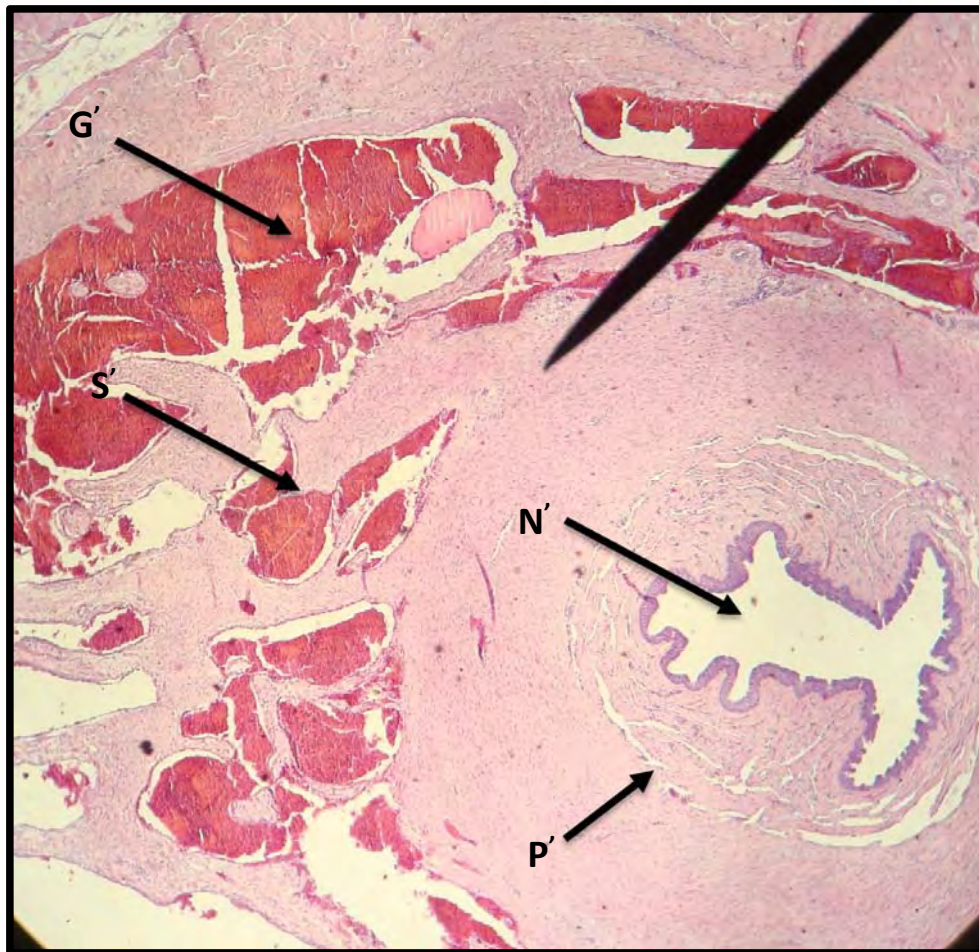


Foto 36 (40x)

G': Vasos sanguíneos; N': Uretra peneana; P': Tejido conectivo denso; S': Cuerpo cavernoso uretral

La uretra se encuentra compuesta de epitelio estratificado no cornificado donde se observan invaginaciones; externamente encontramos tejido conectivo denso compuesto de fibras colágenas y fibroblastos en abundancia, rodeado de un cuerpo cavernoso rico en vasos sanguíneos pero no muy desarrollado.

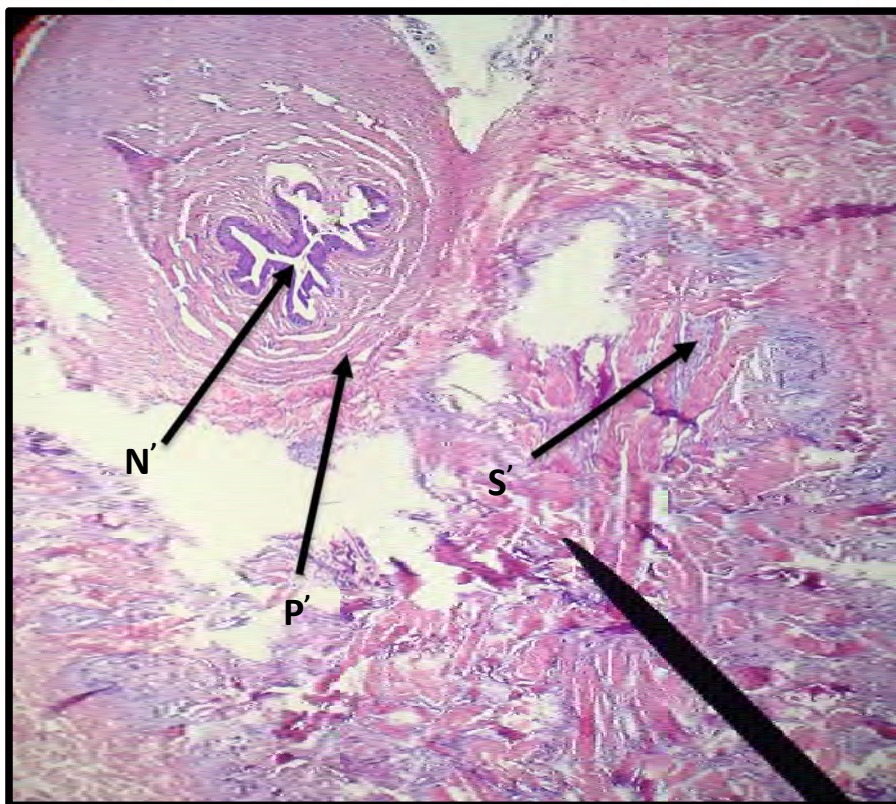


Foto 37 (40x)

N': Uretra peneana; P': Tejido conectivo denso; S': Cuerpo cavernoso uretral

4.2.6 Pene Distal (Glande):

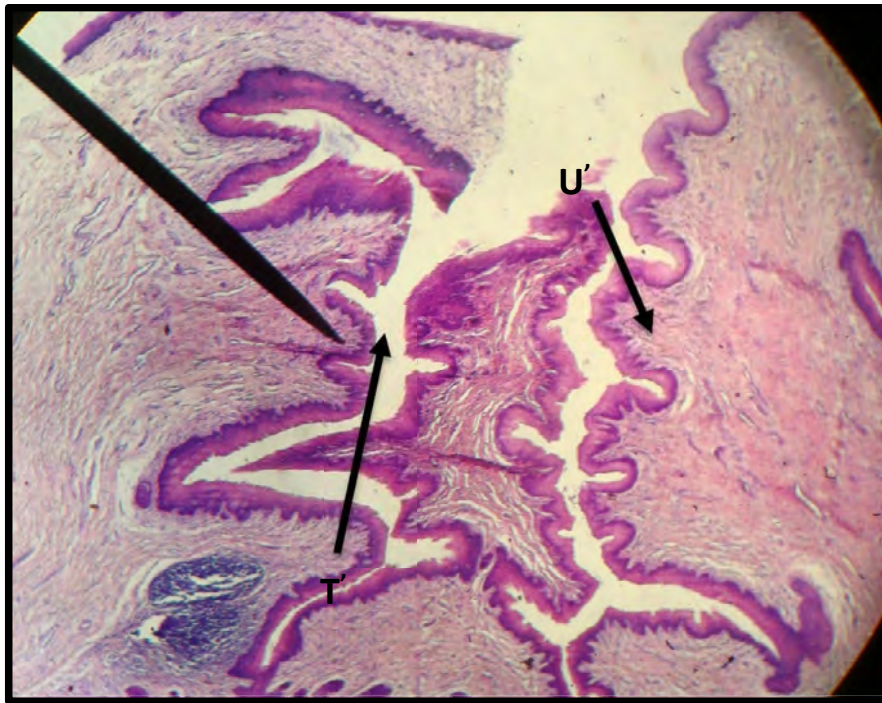


Foto 38 (40x)

T': Luz de la uretra; U': Tejido conectivo denso

El glande posee en su estructura tejido cartilaginoso, en otras especies como el equino podemos hallar tejido esponjoso y en carnívoros y roedores encontramos tejido óseo.

El glande en el caballo y perro se encuentra bien desarrollado (2 partes), en el toro es poco desarrollado, al igual que en camélidos sudamericanos que es muy pequeño; siempre rico en terminaciones nerviosas (Fernán-Zegarra, 2008).

Fernán-Zegarra (2008) también indica que en rumiantes y el perro encontramos nódulos linfáticos y terminaciones nerviosas; en gato la piel que recubre el glande tiene papilas queratinizadas, el verraco tiene una evaginación dorsal que aloja células epiteliales descamadas y orina residual.

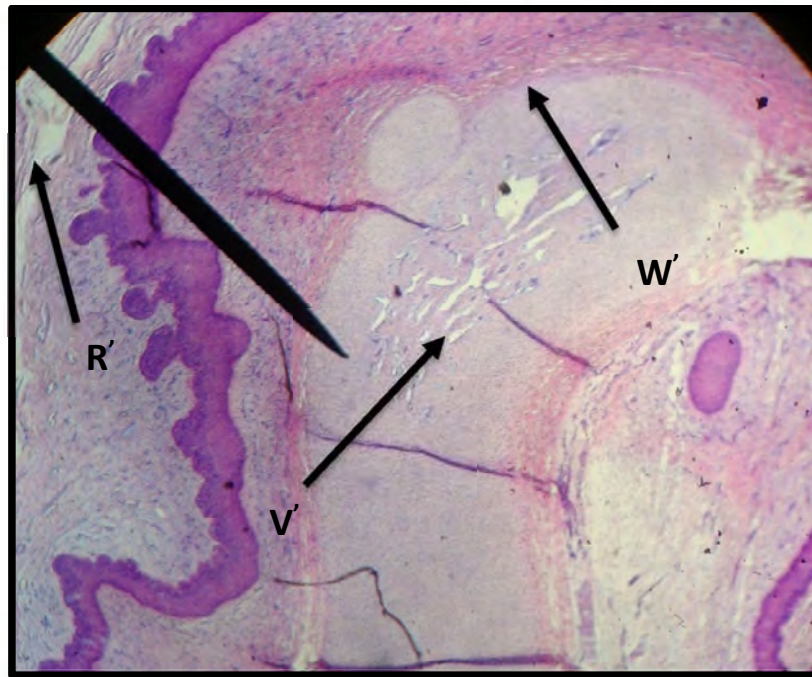


Foto 39 (40x)

R': Terminaciones nerviosas; V': Cuerpo cavernoso; W': Proceso condroide

Externamente presenta un epitelio estratificado no cornificado; bordeando el cuerpo cavernoso encontramos proceso condroide (tejido conectivo que se transforma en cartílago), debajo del epitelio se encuentran infinidad de terminaciones nerviosas.

4.2.7 Prepucio:

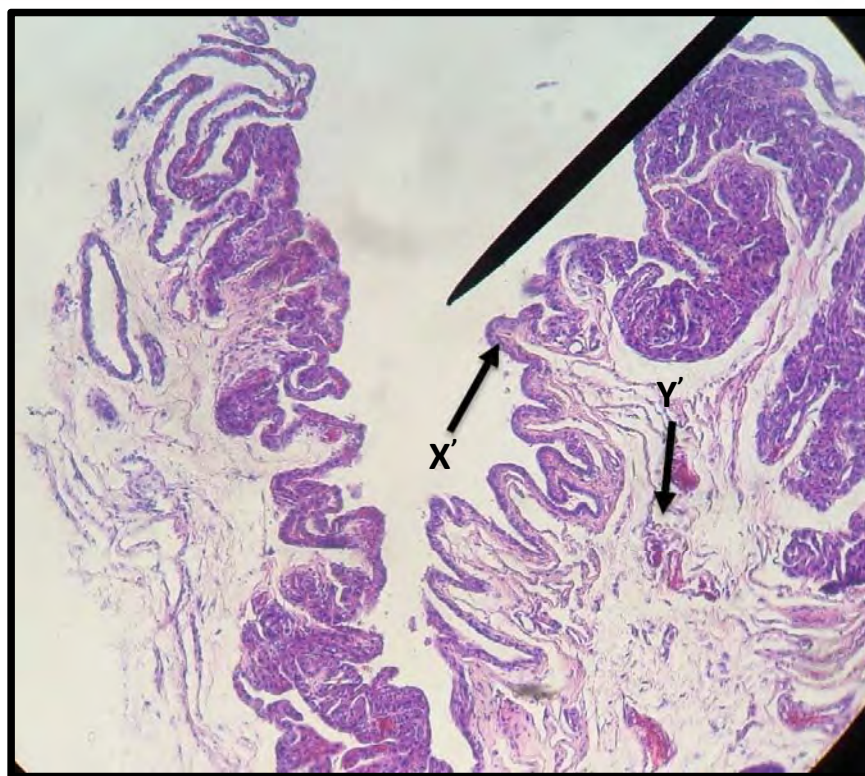


Foto 40 (40x)

X': Epitelio estratificado no cornificado; Y': Tejido conectivo denso

Se encuentra constituido de epitelio estratificado no cornificado de poco grosor, con infinidad de pliegues y escaso en folículos de fibra, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas, dermis con tejido conectivo denso y fibras colágenas, resultado mencionado también por Fernán-Zegarra (2008).

El prepucio es parte del tejido epitelial, por lo tanto comparable con este e igual en otras especies.*

* Ver diferencias resaltadas en glándula mamaria sobre folículos pilosos (pag.126)

CONCLUSIONES:

DESCRIBIR LA ESTRUCTURA HISTOLÓGICA NORMAL DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO:

- El ovario de la alpaca posee numerosos folículos primordiales y primarios, en menor cantidad folículos secundarios que se caracterizan por poseer de 6 a más capas celulares y por el inicio de la aparición de vacuolas de Call-exner; también se pueden observar ondas foliculares muy marcadas con el ovocito en su interior éste está rodeado de la zona pelúcida y la corona radiada; además se encuentra adherido a una de las paredes del antro folicular.
- Las trompas uterinas poseen numerosas vellosidades que le dan un aspecto tortuoso a la estructura histológica.
- Los cuernos uterinos presentan una capa muscular gruesa formada por haces o fibras en diferentes direcciones; presenta numerosas glándulas uterinas y el tejido se encuentra formando criptas o glándulas tubulosas a lo largo de la estructura.
- En cérvix podemos apreciar abundantes células secretoras de mucus provenientes del epitelio productor de moco que posee células caliciformes, se pueden observar los pliegues que se forman en la luz, además de la abundancia de fibras colágenas que son las responsables de dar dureza a esta estructura.
- La estructura externa de la vulva está constituida por epitelio estratificado plano no cornificado con pliegues; mientras que en una capa más profunda se puede identificar fibras musculares estriadas en diferentes direcciones.

- En glándula mamaria encontramos una estructura epitelial constituida de folículos de fibra, glándulas sebáceas y rodeado de fibras colágenas densas; el estroma mamario rodea a los alveolos mamarios, los que presentan el contenido lácteo.

DESCRIBIR LA ESTRUCTURA HISTOLOGICA NORMAL DEL APARATO REPRODUCTOR
MASCULINO:

- Los testículos presentan túbulos seminíferos como estructura principal, en su interior se desarrollan las espermatogonias, además encontramos células de sertoli.
- Podemos encontrar glándulas bulbouretrales, próstata pero no glándulas vesiculares.
- Ambas glándulas accesorias histológicamente, son túbulo-alveolares ramificados; la próstata posee menor cantidad de alveolos comparado con las bulbouretrales que son muy abundantes.
- En próstata, se observan alveolos (poco abundantes) vacíos y otros conteniendo la corpura amilácea, la secreción es serosa a seromucosa, se observan también abundantes fibras colágenas que forman septos que dividen los acinos, además de algunos vasos sanguíneos.
- Las glándulas bulbouretrales se encuentran en número de 2 a ambos lados del pene medial, se perciben como 2 sacos ventrales al cuerpo del pene; su secreción es mucosa y este se puede apreciar también en su interior.

- El pene de la alpaca es del tipo fibroelástico, eso quiere decir que en su estructura histológica posee mayor cantidad de tejido conectivo en relación con el erétil.
- A lo largo de la estructura del pene se encuentran numerosas terminaciones nerviosas, esto porque usualmente el tejido conectivo está enriquecido con tejido nervioso.
- El glándula posee tejido cartilaginoso en su estructura, es poco desarrollado y posee numerosas terminaciones nerviosas.
- El prepucio está constituido de epitelio estratificado no cornificado de poco grosor, presenta pliegues, folículos de fibra escasos, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas por ser una prolongación de la piel.

RECONOCER LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS HISTOLÓGICAS REPRODUCTIVAS EN ALPACAS HEMBRA Y MACHO:

Se reconoció las siguientes estructuras y su constitución:

HEMBRAS:

- Ovarios
- Trompas uterinas
- Cuernos uterinos
- Cérvix
- Vulva
- Glándula mamaria

MACHOS:

- Testículos
- Próstata
- Glándulas bulbouretrales
- Pene proximal, medial y distal
- Prepucio

RESALTAR LAS DIFERENCIAS EXISTENTES ENTRE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS
RESPECTO DE OTRAS ESPECIES DOMÉSTICAS:

HEMBRAS:

- Los ovarios presentan una estructura similar a la de las demás especies domésticas, la diferencia radica en el tamaño.
- Parte de la trompa uterina (infundíbulo) se encuentra adherida íntimamente al ovario (bursa ovárica) al igual que en la yegua, a diferencia con los otros rumiantes donde no se presenta.
- Los cuernos uterinos presentan una estructura histológica similar a la de otras especies domésticas; la diferencia radica en el tamaño y en la estructura del cuerno uterino izquierdo que es de mayor tamaño que el derecho ya que la gestación se lleva a cabo en dicho cuerno, en el vacuno encontramos que el cuerno uterino derecho es el de mayor tamaño.
- La cérvix presenta 3-4 pliegues, mientras que el vacuno posee 3-4 anillos, el ovino 7 y el cerdo posee una estructura espiral.
- Se encontró que la glándula mamaria está constituida en forma comparable a la del vacuno, debido a que también posee 4 cuartos, independientes uno del

otro pero de tamaño reducido, con un único meato, por donde se excreta la leche.

MACHOS:

- La estructura histológica en los testículos de alpaca es similar a la de otras especies domésticas y la diferencia radica en el tamaño de las estructuras que por ser un animal de menor tamaño, sus testículos, de igual manera serán de menor tamaño.
- La próstata tiene forma de H y se encuentra íntimamente pegada a la cara dorsolateral de la uretra pélvica cerca del trigono de la vejiga, siendo difícil de localizar a simple vista, siendo similar a la de otros rumiantes y cerdos (próstata diseminata); en equinos y carnívoros se denominará próstata anular; mientras que las aves no la poseen.
- La estructura de las glándulas bulbouretrales es similar a la de otras especies domésticas, menos en el perro que no las posee.
- Los camélidos sudamericanos no presentan glándulas vesiculares, tal y como mencionan Bustinza (2001), Sumar (1991), Tibary y Anouassi (1997).
- El glande posee una estructura compuesta por tejido cartilaginoso a diferencia del equino donde encontramos tejido esponjoso, y carnívoros donde se puede apreciar una formación ósea.
- El glande en el caballo y perro se encuentra bien desarrollado (2 partes), en el toro es poco desarrollado, al igual que en camélidos sudamericanos que es muy pequeño; en rumiantes y el perro encontramos nódulos linfáticos y terminaciones nerviosas; en gato la piel que recubre el glande tiene papilas

queratinizadas, el verraco tiene una evaginación dorsal que aloja células epiteliales descamadas y orina residual.

- El prepucio presenta una estructura similar al tejido epitelial por ser una prolongación de la piel.

GENERALES:

- Al no haber estudios histológicos comparativos en alpacas con otras especies, numerosos autores han optado por comparar la estructura histológica con los equinos, ya que hay ciertas similitudes.
- Las unidades y/o estructuras histológicas en las que no se encuentra diferencia entre especies sólo puede compararse en tamaños, siendo las estructuras de mayor tamaño las que corresponden a animales, también, de mayor tamaño.
- Desde el punto de vista evolutivo, los camélidos sudamericanos y camélidos, guardan parentesco y por lo tanto similitudes anatómicas e histológicas, sus estructuras histológicas son comparables más se diferencian en tamaños; siendo las de los camélidos sudamericanos más pequeñas que las de los camélidos.
- En histología, toda estructura que tenga cavidad y pueda contener en su interior algún tipo de líquido, dependiendo del órgano, se le denomina acino, alveolo o túbulo.
- Los órganos que se apreciaron con este tipo de estructura son todos aquellos que tienen función secretora tales como la cervix, la glándula mamaria, el útero (hembra), las glándulas bulbouretrales, testículos, próstata (macho).
- La estructura histológica en todas las especies es muy similar y comparable, muchas veces solo varía en número de unidades estructurales.

- Se resaltó una diferencia entre la fibra de alpaca comparada con otras especies debido a que, a pesar de no ser parte del estudio, se puede apreciar en algunas estructuras, tales como glándula mamaria, vagina y prepucio. La fibra de alpaca se caracteriza por ser hueca y sin médula, propiedad que se le atribuye a su finura, la lana no posee médula (ovinos) y el pelo si la posee (vacunos, cerdo).



V. RECOMENDACIONES:

- Debido a que aún el estudio en camélidos sudamericanos se encuentra incompleto se recomienda primeramente seguir con el estudio en histología ya que brindará una idea más clara de la función de los órganos a nivel celular, detectando diferencias y similitudes con otras especies que puedan servir más adelante en el tratamiento de enfermedades y en la correlación con las mismas.
- Se recomienda también ampliar el ámbito de estudio en camélidos sudamericanos a sus demás parientes, siendo de necesidad debido a que la fauna salvaje comprendida dentro del grupo de estos animales necesita de atención veterinaria para su protección y conservación, más aún en estos momentos donde la minería se encuentra constantemente compartiendo con ellos su territorio natural.
- Deben promoverse la ejecución de especializaciones en estos animales ya que son una especie con alto potencial de desarrollo en la serranía de nuestro país y un ingreso económico importante para las comunidades más ahora que la fibra de alpaca posee una importante demanda en el extranjero.
- Deben elaborarse textos formales con todos los estudios que se han llevado a cabo en camélidos sudamericanos, siendo estructurados para servir de guía al estudiante universitario.
- Debe incentivarse, en las universidades donde se enseña la carrera de Medicina Veterinaria, el desarrollo de capacidades en la población dedicada a la producción de camélidos sudamericanos a través de charlas

y talleres teórico prácticos, promoviendo y mejorando la producción animal y los ingresos económicos de esta población que es de bajos recursos en su mayoría.



VI. BIBLIOGRAFÍA:

1. ABA, M.; FORSBERG, M.; KINDAHL, H.; SUMAR, J. EDQVIST, L. (1995) *Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas*. Acta Vet. Scand. 36: 489-498.
2. ABA, M.; BRAVO, W.; FORSBERG, M.; KINDAHL, H. (1997) *Endocrine changes during early pregnancy in the alpaca*. Anim. Reprod. Sci. 47: 273-279.
3. ADAMS, G.; GRIFFIN, P.; GINTHER, O. (1989). *In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas*. Biol. Reprod. 41(3): 551-558.
4. ADAMS, G.; SUMAR, J.; GINTHER, O. (1990) *Effect of lactation and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (Lama glama)*. J. Reprod. Fert. 90: 535.
5. ADAMS, G.; SUMAR, J.; GINTHER, O. (1991) *Form and Function of the Corpus Luteum in llamas*. Anim Reprod Sci. 24: 127-138
6. ADAMS, G.; RATTO, M. (2001) *Reproductive biotechnology in South American camelids*. Rev. Inv. Vet. Perú 1: 134-141.
7. ALLER, J.; REBUFFI, G.; CANCINO, A.; ALBERIO, R. (2003) *Influencia de la criopreservación sobre la motilidad viabilidad y fertilidad de espermatozoides de llama (Lama glama)*. Arch. Zootec. 52:15-23.
8. ANDRADE, J. (2007) *Métodos de sincronización de la onda folicular en base a GnRH y LH y su efecto en la respuesta ovárica y tasa de preñez en alpacas y llamas*. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Producción y Reproducción Animal, de Medicina Veterinaria, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

9. ARTHUR, G. (1991) *Reproducción y obstetricia veterinaria*. 1ra. Edición. Editorial Interamericana. Pag. 6-8.
10. BOURKE, D.; KYLE, C.; ADAM, C. (1992) *Ultrasonography as an aid to controlled breeding in the llama (Lama glama)*. Theriogenology 44: 255-268.
11. BRAVO, W.; SUMAR, J. (1989). *Laparoscopic examination of the ovarian activity in alpacas*. Anim. Reprod Sci. 21: 271-281
12. BRAVO, W.; FOWLER, M.; STABENFELDT, G.; LASLEY, B. (1990) *Ovarian follicular dynamics in the llamas*. Biol. Reprod. 43: 579-585
13. BRAVO, W.; STABENFELDT, G.; LASLEY, B.; FOWLER, M. (1991) *The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American camelids*. Biol. Reprod 45: 553-559.
14. BRAVO, W.; JOHNSON, L. (1994) *Reproductive physiology of the male camelid*. En: Llama medicine. Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice. 10: 259-264.
15. BRAVO, W.; TSUTSUIB, T. LASLEY, L. (1995) *Dose response to equine chorionic gonadotropin and subsequent ovulation in llamas*. Small Ruminant Research 18: 157-163.
16. BRAVO, W.; MOSCOSO, J.; ORDOÑEZ, J.; ALARCÓN V. (1996) *Transport of spermatozoa and ova in female alpaca*. Anim Reprod Sci. 43: 173-179.
17. BRAVO, W.; FLORES, U.; ORDOÑEZ, C. (1997) *Collection of semen and artificial insemination of alpacas*. Theriogenology. 47: 619-626.
18. BRAVO, W. (2002). *The Reproductive Process of South American Camelids*. Ed. Framagann Graphics, Patti eddington. UT. USA. 100 p.

19. BRAVO, W.; MOSCOSO, R.; ALARCÓN, V.; ORDOÑEZ, C. (2002) *Ejaculatory procces and related semen characteristics*. Archives of Andrology. 48: 65-72.
20. BUSTINZA y BUSTINZA (2000). *Simposium Internacional de Camélidos Sudamericanos*, Arequipa-Perú.
21. BUSTINZA, V.(2001). *La Alpaca* Tomo I, Ed. Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Postgrado, Puno-Perú.
22. COLQUE, R. (2001), *Estudio Macro y Microscópico de Ovarios y Folículos en Alpacas (Vicugna Pacos) en diferentes edades*, Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú.
23. DÁVALOS, R.; OLAZABAL, J. (2002) *Evaluación de dos formas de colección de semen en alpacas*. Rev. Inv. Vet. Perú. 13(2): 98-99.
24. DE LA VEGA, E. (1951) *Aspectos histológicos del Aparato Digestivo y Sistema Urogenital de la Alpaca*, Tesis Bach. de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima- Perú.
25. DI FIORE, M. (1997). *Atlas de Histología Normal* 7º edición, Ed. El Ateneo Buenos Aires.
26. ELWISHY, A. (1998) *Reproduction in the male dromedary (Camelus dromedaries): A review*. Anim. Reprod. Sci. 17: 217-241.
27. ENGLAND, B.; FOOTE, W.; MATTHEUS, D.; CARDOZO, A.; RIERA, S. (1971) *Oestrus and mating behavior in the llama (Lama glama)*. Anim. Behavior. 19: 722-726.
28. EXCELMES, A. (2005). *Estudio macro-microscópico de la Involución Uterina Postparto en Alpacas*, Tesis Maestría en Ganadería Andina de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.

29. FAO (1996). *Manual de Prácticas de Manejo de Alpacas y Llamas*, Editado por FAO, Roma-Italia.
30. FERNANDEZ BACA, S. CALDERÓN, M. (1966) *Métodos de colección de semen de la alpaca*. Rev. Fac. Med. Vet. UNMSM. Vol. 18-20: 13-26.
31. FERNÁNDEZ BACA, S.; NOVOA, C. (1968) *Conducta sexual de la alpaca (Lama pacos) en empadre en campo*. En: Resúmenes de las investigaciones del IVITA en CSA. Publicación IVITA Nro. 25.
32. FERNÁNDEZ BACA, S.; MADDEN, D.; NOVOA, C. (1970) *Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca*. J. Reprod. Fertil. 22: 261-267
33. FERNÁNDEZ BACA, S., SUMAR, J.; NOVOA C. (1971). *Seasonal variations in the reproduction of the alpaca (In spanish)*. III Reun. Lat-Am. Prod. Anim. Bogotá; 110. Abstracted: Anim. Breed. Abstr. 40.336 (1972).
34. FERNÁNDEZ BACA, S., SUMAR, J.; NOVOA C. (1972). *Comportamiento sexual de la alpaca macho frente a la renovación de las hembras*. Rev. Inv. Pecuarias Perú. 1(2): 115-228.
35. FERNÁNDEZ BACA, S.; SUMAR, J.; NOVOA, C.; LEYVA, V. (1973) *Relación entre la ubicación del cuerpo lúteo y la localización del embrión en la alpaca*. Rev. Inv. Pec. (IVITA) UNMSM 2(2): 131-135.
36. FERNÁNDEZ BACA, S.; HANSEL, W.; SAATMAN, R.; SUMAR, J.; NOVOA, C. (1979) *Differential luteolytic effects of right and left uterine horns in the alpaca*. Biol. Reprod. 20: 586- 595.
37. FERNÁNDEZ BACA, S. (1993). *Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids*. Animal Reproduction Science. 33: 307-323.

38. FERNÁN-ZEGARRA, J. (2007) *Embriología Normal Veterinaria* Ed. El Palmar Arequipa-Perú.
39. FERNÁN-ZEGARRA, J. (2008) *Histología Normal Veterinaria* Ed. El Palmar Arequipa-Perú.
40. FOWLER, M.; BRAVO, W. (1998) *Reproduction*. En: Fowler, M.E. (Ed), *Medicine and Surgery of South American Camelids*, Second Ed. Iowa State Univesity Pres. USA. Pag. 381-429.
41. GALLOWAY, D. (2000) *The development of the testicles in alpacas in Australia*. En: *Proceedings of the Australia Alpaca Industry Conference*. Canberra.
42. GARCÍA, A.; F.CASTEJÓN; L. F. DE LA CRUZ; J. GONZALES; M.D. MURILLO; G. SALIDO. (1995) *Fisiología Veterinaria 1ra. Edición* Ed. Mc Graw Hill Madrid-España.
43. GARNER, D.; HAFEZ, E. (2002) *Espermatozoides y plasma seminal*. En: Hafez E., Hafez B. *Reproducción e inseminación Artificial en Animales 7º edición*, Ed. Mc Graw Hill, México; pags. 33-53.
44. GARNICA, J.; ACHATA, R.; BRAVO, W. (1993) *Physical and biochemical characteristics of alpaca semen*. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 85-90.
45. HAFEZ, E.S.Ey HAFEZ, B.(2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales* 7º edición, Ed. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. México
46. HUANCA W.; O. CÁRDENAS; C. OLAZÁBAL; M. RATTO; G. ADAMS (2001) *Efecto hormonal y empadre sobre el intervalo a la ovulación en llamas*. *Rev. Inv. Vet.* Suplemento 1.
47. INTERVET INVESTIGACIÓN, DESEMPEÑO INTEGRADO (2005). *Compendium de Reproducción Animal* 9º Edición, Ed. Intervet Internacional S.V. Latinoamérica.

48. JOHNSON, L. (1989) *Llama reproduction*. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. 5: 159-182.
49. LEYVA, V.; SUMAR, J. (1981). *Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpaca de un año de edad*. En: IV Conv. Internacional de Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas, Chile.
50. LEYVA, V.; GARCÍA, W. (1999). *Efecto de la Progesterona exógena sobre la función del Cuerpo Lúteo de Alpacas*. En: II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cusco-Perú.
51. LUQUE HUAMAN, E. (2005). *La Alpaca*, Maestría en Educación Superior, Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú.
52. MONTALVO, C.; CEVALLOS, E.; COPAIRA, M. (1979) *Estudio microscópico del parénquima testicular de la alpaca durante las estaciones del año*. Resúmenes Proyectos de Investigación 1975-1979. UNMSM. Lima pág. 37.
53. NOVOA, C. (1970). *Reproduction in the camelidae*. J. Reprod. Fert. 22:3-20
54. NOVOA, C.; FERNÁNDEZ BACA, S.; SUMAR, J.; LEYVA, V. (1972) *Pubertad en la Alpaca*. Rev. Inv. Pec (IVITA). UNMSM, Lima-Perú. 1: 29-35.
55. NOVOA, C.; LEYVA, V. (1996). *Reproducción en alpacas y llamas*. Publicación científica. IVITA 26 (30):3-18.
56. OBANDO (1992). *Complementación al Estudio Anatomo-Histológico del Testículo de la Alpaca (Lama pacos)*, Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
57. ORTIZ, E. (1992). *Complementación al Estudio Anatomo-Histológico del Pene de la Alpaca Huacaya (Lama Pacos)*, Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.

58. PALIÁN, J. (2010) *Inducción de ovulación con plasma seminal o análogo de GnRH (acetato de Buselerina) y su efecto sobre la tasa de concepción en alpacas (Vicugna pacos), inseminadas con semen fresco*. Tesis de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
59. PARRAGUEZ, V.; CORTEZ, S.; GAZITUA, F.; FERRANDO, G.; MC NIVEN, V.; RAGGI, L. (1996) *Early pregnancy diagnosis in alpaca (Lama pacos) and llama (Lama glama) by ultrasound*. Anim. Reprod. Sci. 47: 113-121.
60. PEÑA, E. (1994). *Complementación al Estudio Anatomo-Histológico de las glándulas Accesorias del Aparato Reproductor de la Alpaca Macho Huacaya (Lama pacos)*, Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
61. RAGGI, L.; ULLRICH, T.; CASTELLANO, G.; ZOLEZZI, M. ROJAS, R.; FERRANDO, G.; PARRAGUEZ, V. (1996) *Utilización de diferentes métodos de diagnóstico de gestación en un rebaño experimental de alpacas (Lama pacos) y llamas (Lama glama) en el altiplano de la I Región de Chile*. Avances en Ciencias Veterinarias. Vol 11. Nro. 1.
62. RÍOS M. (1989). *Presencia de un factor de inducción de ovulación en el Semen de la Alpaca y el Toro*, Tesis de Medicina Veterinaria en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
63. SAMUELSON, DON A. (2007). *Tratado de Histología Veterinaria*, Ed. Elsevier Ltda., Sao Paulo-Brazil.
64. SAN MARTÍN, M.; M. COPAIRA; J. ZUÑIGA; R. RODRIGUEZ; G. BUSTINZA; L. ACOSTA (1968) *Aspects of reproduction in the Alpaca*.

65. SKIDMORE, J. (2005) *Reproduction in dromedary camels: an update*. Anim. Reprod. (2) Nro. 3: 161-167.
66. SMITH, C.; PETER, A.; PUGH, D. (1994) *Reroduction in llamas and alpacas: A review*. Theriogenology. 41: 201-209.
67. SORENSEN, A. (1991) *Evaluación de la aptitud reproductiva*. En: Sorensen A. Ed. Reproducción animal principios básicos y prácticas. 1ra. Edic., Ed. Mc Graw-Hill p. 124-143.
68. SUMAR, J.; LEYVA V. (1981). *Colección de semen mediante vagina artificial en alpacas (Lama pacos)*. En: Res. IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Chile-Punta Arenas, p 7.
69. SUMAR, J. (1983) *Studies on reproductive pathology in alpacas*. Master's Thesis. Suiza: Swedish University of Agriculture and Science. 90 p.
70. SUMAR, J. (1985) *Reproductive physiology in South American camelids*. En: Genetics of Reproduction in Sheep. Edit by Land. R.; Robinson, S. London: Butterwotths. pág. 81-95.
71. SUMAR, J. (1988) *Removal of the ovaries or ablation of the corpus luteum and its effect on the maintenance of gestation in the alpaca and llama*. Acta Vet. Scan 83: 133-141
72. SUMAR, J. (1991) *Llamas y Alpacas*. En: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales 7º edición, Cap. 15, pág. 224-242, Ed. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. México.
73. SUMAR, J. (1996) *Reproduction in llamas and alpacas*. Anim. Rep. Sci. 42: 405-415.

74. SUMAR, J. (1997) *Avances y perspectivas en reproducción de camélidos*. En: Memorias de I Symposium Internacional Avances en Reproducción de Rumiantes. Lima. p. 30-44.
75. TERROBA, J.F. (1985). *Estudio Preliminar Histopatológico de Ovarios, Oviductos y Uteros de alpacas (Lama Pacos) descartadas por infertilidad*, Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
76. TIBARY, A.; ANOUASSI, A. (1997) *Theriogenology in Camelidae*. Actes Editions, Rabat, Morocco.
77. TIBARY, A.; MEMON, M. (1999) *Reproduction in the male South American Camelidae*. Journal of camel Practice and Research. 6: 235-248.
78. TIBARY, A.; PUGH, D. (2003) *Infertility in the male lamoid*. En: Proceedings Society for Theriogenology and American College of Theriogenologists Annual Conference. Columbus. p. 304-312.
79. VAUGHAN, J. (2001) *Control of ovarian follicular growth in the alpaca (Lama pacos)*. PhD Thesis. Australia: Central Queensland University.
80. VAUGHAN, J.; GALLOWAY, D.; HOPKINS, D. (2003) *Artificial Insemination in Alpacas (Lama pacos)*. A report of the Industrial Research and Development Corporation. RIRDC. p. 90.

Páginas web:

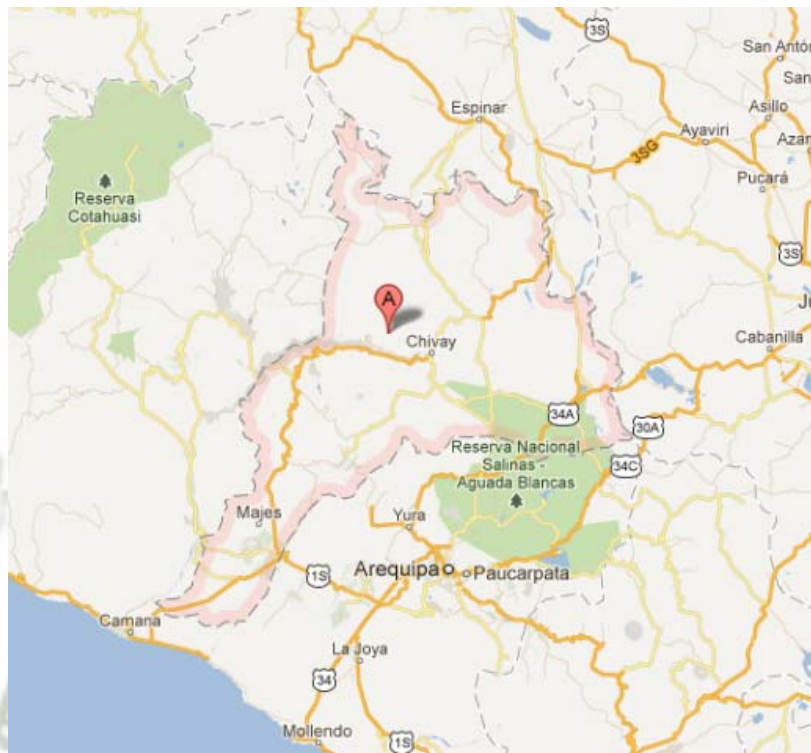
<http://www.alpacadelperu.pe/web/>

<http://www.elergonomista.com/biologia/11se02.htm>

VII. ANEXOS:

7.1 Mapas

PROVINCIA DE CAYLLOMA



POBLADO DE CALLALI



7.2 Fotografías:

CAMAL DE CALLALLI



Fotografía 1

Ésta es la entrada al camal de Callalli; las fotos en el interior no estaban permitidas



Fotografía 2

Láminas histológicas procesadas en laboratorio



Fotografía 3

Tacos y láminas histológicas procesadas en laboratorio



Fotografía 4

Observación de las muestras en laboratorio

7.3 Otros: Protocolo de recolección de muestra

PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS

Propietario:

Nombre del Fundo:

Ubicación: Distrito:

Provincia:

Departamento:

Toma de Muestras:

Especie	Arete nro.	Edad	Sexo	Órgano	Observaciones

Persona que tomó la muestra:

Fecha:

FIRMA

7.4 Cuadro comparativo: Folículos primordiales

ESPECIE	CANTIDADES		
Vacunos	200000 (nacim.)	21000 (adulto)	2500 (14 años)
Ovinos	700000 (nacim.)	250000 (pubertad)	50000 (5 años)
Marranas	60000 (10 días)	16000 (10 años)	-----
Carnívoros	700000 (adulto)	-----	-----
Equinos	32000 (1 año)	10000 (10 años)	-----
Camélidos sudamericanos	986000 (nacim.)	588000 (3 años)	154500 (8 años)

Fuente: M.V.Z. Jaime Fernán-Zegarra, *Histología Normal Veterinaria*, 2008

